

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»  
Отделение геологии

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Изучение влияния выбросов автотранспорта на состояние атмосферного воздуха методом биогеохимической индикации

УДК 502.3:504.5:621.43.064:550.47

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Аксёнова Юлия Эдуардовна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Осипова Нина Александровна	к.х.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Вершкова Елена Михайловна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова Ольга Сергеевна			

По разделам «Объект и методы исследований», «Состояние атмосферного воздуха на перекрестках г. Томска по данным элементного состава листьев тополя»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юсупов Дмитрий Валерьевич	к.г.-м.н., доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Азарова Светлана Валерьевна	к.г.-м.н., доцент		

Томск – 2018 г.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»  
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ Азарова С.В.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2Г41	Аксёновой Юлии Эдуардовне

Тема работы:

Изучение влияния выбросов автотранспорта на состояние атмосферного воздуха методом биогеохимической индикации	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 15.03.2018 № 1768/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Научные публикации, фондовые источники, интернет ресурсы, самостоятельно собранный материал.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Природные условия района исследований.</p> <p>2. Геохимическая характеристика г. Томска.</p> <p>3. Объект и методы исследований.</p> <p>4. Состояние атмосферного воздуха на перекрестках г. Томска по данным элементного состава листьев тополя.</p> <p>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</p>

	6. Социальная ответственность.
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	Карта-схема опробования листьев тополя на перекрестках г. Томска, карта-схема пространственного распределения коэффициентов концентраций элементов в листьях тополя на перекрестках в сравнении с г. Томск.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старший преподаватель Вершкова Е.М.
Социальная ответственность	Ассистент Кырмакова О.С.
Объект и методы исследований; Состояние атмосферного воздуха на перекрестках г. Томска по данным элементного состава листьев тополя	Доцент, к.г.-м.н. Юсупов Д.В.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
нет	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Осипова Нина Александровна	к.х.н. доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Аксёнова Юлия Эдуардовна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Г41	Аксёновой Юлии Эдуардовне

<b>Школа</b>	Инженерная школа природных ресурсов	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Геологии
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природопользование

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» :</b>	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих;	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемым методам
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	Нормы расхода материалов согласно сборнику сметных норм на геолого-разведочные работы, выпуск 2 «Геолого-экологические работы».
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.	Страховые взносы – 30 % Налог на добавленную стоимость (НДС) – 18 %.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Планирование и формирование бюджета научных исследований.	Технико-экономическое обоснование проведения исследований; Линейный график выполнения работ.
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
Линейный календарный график выполнения работ	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Вершкова Е. М.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Аксёнова Юлия Эдуардовна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Г41	Аксёновой Юлии Эдуардовне

<b>Школа</b>	Инженерная школа природных ресурсов	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Геологии
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природопользование

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду</li> <li>– чрезвычайных ситуаций</li> </ul>	<p>Объектом исследований являются листья тополя бальзамического (<i>Populus balsamifera</i> L.), а также данные, полученные в результате их анализа. Рабочей зоной на полевом этапе являются перекрестки г. Томска, на лабораторном и камеральном этапах работы это аудитория и лаборатория МИНОЦ «Урановая геология» ТПУ, располагающиеся на пятом этаже 20 корпуса НИ ТПУ.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных нормативов по теме</p>	<p>ГОСТ 12.1.003-14, ГОСТ 12.0.003-2015, ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.1.006-84, ГОСТ 12.4.011-89, ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 30691-2001, ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002, МР 2.2.7.2129-06, СанПиН 2.1.6.1032-01, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.2.4.548-96, СП 60.13330.2012</p>

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> </ul>	<p>Описание вредных и опасных факторов для трех этапов проведения работ. Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе;</li> <li>2. Повышенный уровень шума;</li> <li>3. Повышенная запыленность и загазованность воздуха;</li> <li>4. Физические перегрузки;</li> <li>5. Отклонение показателей микроклимата</li> </ol>
--	---

– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	в помещении; 6. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 7. Электромагнитное излучение; 8. Нервно-психические перегрузки.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты; – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность	Опасные факторы: 1. Движущиеся машины; 2. Поражение электрическим током; 3. Пожароопасность. Источники вредных и опасных факторов, нормативные значения и средства защиты.
3. Охрана окружающей среды	В результате проведения работ может происходить незначительное воздействие на растительность. Также образуются отходы V класса опасности (мусор от уборки помещений и бумага), которые необходимо утилизировать.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Возможными ЧС на полевом этапе проведения работ являются транспортные аварии. Возможными ЧС на лабораторном и камеральном этапах работ является возникновение пожара. В разделе рассматриваются причины возникновения, а также способы предотвращения данных ЧС.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Рассматриваются требования нормативных документов по организации условий труда на трех этапах выполнения работ.
<b>Перечень графического материала:</b>	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	нет

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Кырмакова Ольга Сергеевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Аксёнова Юлия Эдуардовна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 93 с., 20 рис., 21 табл., 84 источника.

Ключевые слова: атмосферный воздух, автотранспорт, биогеохимическая индикация, химические элементы, листья тополя, город Томск.

Объект исследований: листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.).

Предмет исследований: химический состав листьев тополя.

Территория исследования: 11 пересечений напряженных магистральных улиц г. Томска.

Цель работы – оценка состояния атмосферного воздуха в зоне воздействия автотранспорта (на пересечении крупных автомагистралей) г. Томска по данным элементного состава листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.).

В 2016 году произведен отбор проб на 11 перекрестках г. Томска. Пробы проанализированы атомно-абсорбционным и инструментальным нейтронно-активационным методами (22 пробы).

Результаты лабораторных исследований обработаны с помощью программ: Microsoft Word, Microsoft Excel, Stastistica, Microsoft Word, Corel Draw и Surfer.

В результате исследований выявлена биогеохимическая специфика перекрестков г. Томска, которая характеризуется проявлением приоритетных элементов, таких как – Sb, для некоторых перекрестков – РЗЭ, Br, As и Na.

Область применения: полученные результаты могут быть использованы для планирования и создания работ по мониторингу атмосферного воздуха на перекрестках г. Томска, а также для проведения детальных эколого-геохимических исследований территории г. Томска для выявления источников поступления редкоземельных элементов.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ААС – атомно-абсорбционная спектрометрия;  
АО – акционерное общество;  
БПК<sub>5</sub> – биологическое потребление кислорода;  
ГОСТ – государственный стандарт;  
ГРЭС – государственная районная электрическая станция;  
ГСН – Государственная служба наблюдений;  
ГСО – государственный стандартный образец;  
ГУ – государственное учреждение;  
ЗАО – закрытое акционерное общество;  
ИЗА – индекс загрязнения атмосферы;  
ИНАА – инструментальный нейтронно-активационный анализ;  
ИШПР – инженерная школа природных ресурсов;  
МИНОЦ – международный научно-образовательный центр;  
Минприроды – Министерство природных ресурсов России;  
НДС – налог на добавленную стоимость;  
НИ ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;  
НПЦ – Научно производственный центр;  
ОАО – общество с ограниченной ответственностью;  
Облкомприрода – областной комитет охраны окружающей среды и природопользования;  
ОГБУ – областное государственное бюджетное учреждение;  
ООО – общество с ограниченной ответственностью;  
ПДК – предельно-допустимая концентрация;  
ПЭВМ – персональная электронная вычислительная машина;  
ПМН – пункт многолетних наблюдений;  
РЗЭ – редкоземельные элементы;



Росприроднадзор – Федеральная служба по надзору в сфере природопользования России;

Росстат – Федеральная служба государственной статистики России;

СанПиН – санитарные правила и нормы;

СИГЭКиА – специализированная инспекция государственного экологического контроля и анализа;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

СПЗ – суммарный показатель загрязнения;

ССБТ – система стандартов безопасности труда;

ССН – сборник сметных норм;

СХК – Сибирский химический комбинат;

ТЭЦ – тепловая электростанция;

ТНХК – Томский нефтехимический комбинат;

УГМС – управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

УКИЗВ – удельный комбинаторный индекс загрязнения воды;

УМН – участок многолетних наблюдений;

ФГУЗ – Федеральное государственное учреждение здравоохранения;

ФГУП – Федеральное государственное унитарное предприятие;

ХПК – химическое потребление кислорода;

ЦГМС – центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

ЧС – чрезвычайные ситуации.

## ОЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	12
1 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	15
1.1 Физико-географическая характеристика.....	15
1.2 Климатическая характеристика.....	16
1.3 Геологическое строение и рельеф.....	20
1.4 Гидрологическая характеристика.....	22
1.5 Почвенный покров.....	22
1.6 Растительный и животный мир.....	23
2 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Г. ТОМСКА.....	25
2.1 Состояние атмосферного воздуха.....	25
2.2 Состояние поверхностных и подземных вод.....	37
2.3 Состояние почвенного покрова.....	38
3 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	41
3.1 Выбор объекта исследований.....	41
3.2 Методика пробоотбора.....	42
3.3 Методы пробоподготовки и лабораторных исследований.....	43
3.3.1 Атомно-абсорбционная спектрометрия.....	44
3.3.2 Инструментальный нейтронно-активационный анализ.....	45
3.4 Методика обработки результатов.....	46
4 СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПЕРЕКРЕСТКАХ Г. ТОМСКА ПО ДАННЫМ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ.....	49
4.1 Зольность листьев тополя.....	49
4.2 Биогеохимическая характеристика исследуемой территории.....	50
4.2.1 Особенности накопления Hg в листьях тополя по данным ААС..	50
4.2.2 Особенности накопления химических элементов в листьях тополя по данным ИНАА.....	51
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	60
5.1 Техническое задание и разработка технического плана.....	60
5.1.1 Техническое задание.....	60
5.1.2 Виды и объемы работ.....	60
5.2 Расчет затрат и времени по видам работ.....	62
5.3 Расчет сметной стоимости проектируемых работ.....	63
5.3.1 Расчет затрат материалов.....	63

5.3.2 Расчет оплаты труда.....	64
5.3.3 Расчет амортизационных отчислений.....	65
5.3.4 Расчет затрат на подрядные работы.....	65
5.3.5 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ.....	66
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	67
6.1 Производственная безопасность.....	67
6.2 Охрана окружающей среды.....	76
6.3 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	76
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности..	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА.....	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	84

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие промышленности и урбанизации приводит к изменению состава геосферных оболочек Земли. Это изменение способствует усилению геоэкологических проблем территорий и негативного влияния на состояние здоровья населения.

Загрязнение атмосферного воздуха крупных городов связано с чрезмерной концентрацией на их территориях населения, автомобильного транспорта и промышленных предприятий.

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) в России ежегодно, начиная с 2014 года, наблюдается тенденция по увеличению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Причем наибольшее количество в общий объем выбросов вносят передвижные источники загрязнения. Так в 2016 году выбросы от стационарных источников по сравнению с 2015 увеличились всего на 0,3%, от автотранспорта на 2,1% и от железнодорожного транспорта – 163,1 тыс. т на 5,7% [9, 28].

Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха приходится на такие города как Норильск (99,5 % выбросов от стационарных источников), Москва (94 % от передвижных источников) и Санкт-Петербург (82 % от передвижных источников). Томск занимает 41 место по выбросам загрязняющих веществ среди всех городов, объем которых близок с выбросами в г. Тольятти, г. Краснодар и г. Стерлитамак. Около 48 % от общего объема выбросов в атмосферный воздух г. Томска вносит автомобильный транспорт [9, 27, 28].

В г. Томске загрязнение атмосферного воздуха напрямую зависит от развития дорожной инфраструктуры, увеличения количества автомобильного транспорта, низкой пропускной способности улиц и отсутствия специальных

объездных магистралей, а также высокой концентрации автотранспортных предприятий и гаражных боксов в жилой застройке.

На территории г. Томска ОГБУ «Облкомприрода» производятся постоянные наблюдения за состоянием атмосферного воздуха на напряженных пересечениях улиц. Однако, проводимые наблюдения не позволяют в полной мере отслеживать состояние окружающей среды из-за ограниченного числа определяемых компонентов. В данной ситуации возрастает необходимость применения других методов исследований [81].

Так как выбросы от автотранспорта загрязняют не только атмосферный воздух, но и придорожную растительность, эти растения можно использовать в качестве индикаторов состояния окружающей среды.

Объектом исследований являются листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) на 11 пересечениях напряженных магистральных улиц г. Томска.

Предметом исследований является химический состав листьев тополя.

Цель работы. Оценка состояния атмосферного воздуха в зоне воздействия автотранспорта (на пересечении крупных автомагистралей) г. Томска по данным элементного состава листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.).

Задачи:

- изучить и описать основные источники загрязнения окружающей среды, в частности атмосферного воздуха г. Томска;
- провести анализ научной и методической литературы;
- проанализировать результаты мониторинга атмосферного воздуха на перекрестках г. Томска;
- произвести отбор и подготовку проб листьев тополя бальзамического на перекрестках г. Томска для лабораторных исследований;
- определить химический состав проб листьев тополя;
- провести обработку полученных результатов;

- произвести расчет затрат при реализации данной научно-исследовательской работы;
- проанализировать вредные и опасные факторы, воздействие на окружающую среду, возникающие на разных этапах выполнения работы. Выявить возможные ЧС и изучить правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности;
- сделать выводы о проведенных исследованиях.

На территории г. Томска впервые проведены биогеохимические исследования с целью выявления воздействия автотранспорта на состояние атмосферного воздуха, с помощью которых определен элементный состав листьев тополя бальзамического и выявлен характерный для перекрестков элемент – Sb, источником которого является автотранспорт.

Полученные данные могут быть использованы для планирования и создания работ по мониторингу атмосферного воздуха на перекрестках г. Томска. Помимо того полученные данные о содержании редкоземельных элементов в листьях тополя могут служить основанием для проведения детальных эколого-геохимических исследований территории г. Томска для выявления источников поступления.

Основные выводы работы представлены на XXI-XXII Международном симпозиуме студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова (Томск 2017, 2018), VII научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Природопользование и охрана природы» Национального исследовательского Томского государственного университета (Томск 2018).

# 1 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

## 1.1 Физико-географическая характеристика

Город Томск – административный центр Томской области, расположенный на юго-востоке области на правом берегу реки Томи на границе отрогов Кузнецкого Алатау и Западно-Сибирской равнины. Томская область входит в Сибирский федеральный округ и граничит с Кемеровской, Новосибирской областями на юге, с Омской областью на юго-западе, с Ханты-Мансийским автономным округом на севере, западе и северо-западе, с Красноярским краем на северо-востоке и востоке (рисунок 1) [84].



Рисунок 1 – Расположение г. Томска на карте Томской области [83]

Томск имеет узловое значение в системе внешних транспортных связей Томской области. Через него проходят железнодорожная линия, важнейшие региональные автодороги, обеспечивающие сообщение с Кемеровской, Новосибирской областями, северными районами Томской области, имеется

судоходная река Томь с крупным действующим портовым комплексом, юго-восточнее города расположен международный аэропорт «Богашёво» [10].

Площадь города составляет 294,6 км<sup>2</sup>. Томск разделён на 4 внутригородских административно-территориальных образований: Кировский, Советский, Ленинский и Октябрьский районы [10] (рисунок 2).

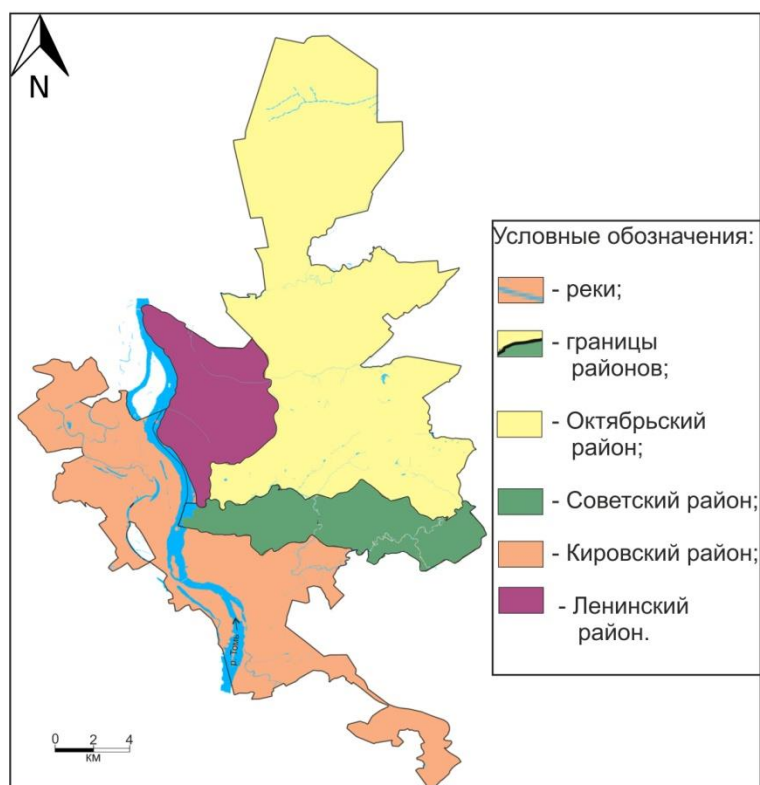


Рисунок 2 – Карта-схема административного деления г. Томска [84] с дополнениями автора

Численность населения по состоянию на 1 января 2018 года составила 573647 человек [80].

## 1.2 Климатическая характеристика

Климат г. Томска континентальный с продолжительной и холодной зимой, поздними весенними и ранними осенними заморозками, коротким и тёплым летом, равномерным увлажнением. Неустойчивость погодных условий связана со свободным прохождением воздушных масс со Средней Азии и Арктики через открытую и равнинную поверхность территории



области с севера и юга. Преобладающими во все времена года являются умеренные и арктические воздушные массы, в летнее время – тропические массы [14].

Средняя годовая температура составляет 0,9 °С. Безморозный период продолжается от 110 до 120 дней. Климат характеризуется суровой и продолжительной зимой, самая минимальная температура была зарегистрирована в январе 1931 года и составила минус 55 °С, самая максимальная в июле 2004 года составила плюс 37,7 °С [14].

Январь – самый холодный месяц в году со средней температурой минус 17,4°С, средняя температура самого теплого месяца (июль) составляет плюс 24,9 °С. В конце января и феврале случаются кратковременные оттепели до плюс 3 °С. Для города также характерна достаточно быстрая смена сезонов, однако наблюдаются возвраты к холодам и оттепелям [82]. На рисунке 3 представлен график, отражающий динамику изменения средних температур по месяцам.

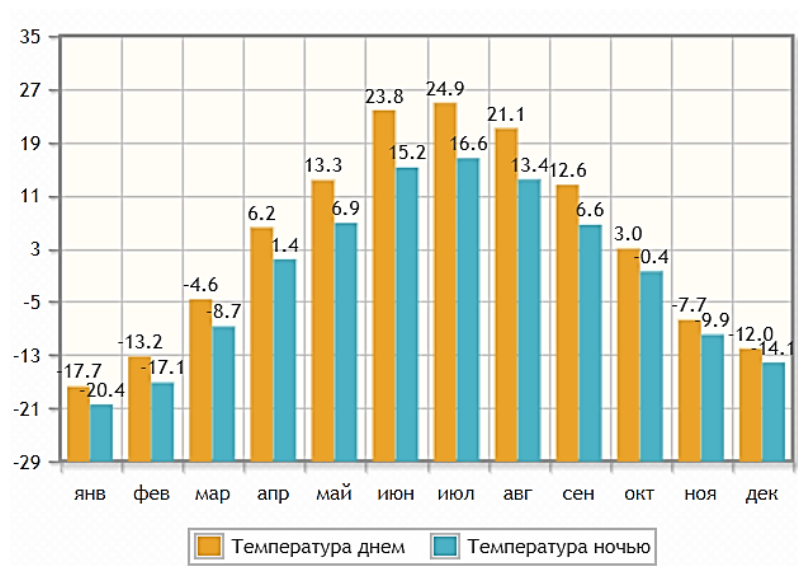


Рисунок 3 – График динамики температур воздуха днем и ночью по месяцам (усредненные данные за 2016, 2017 и 2018 года) [82]

По ходу температур хорошо выделяются времена года: зима – устойчивые низкие температуры (декабрь, январь, февраль), разница

температур от одного месяца к другому 4-5°C, весна – дает быстрое повышение температур, наиболее резкий скачок от марта к апрелю (до 10°C). Летом изменение между температурой месяцев 1-3°C. Осенью идет резкое понижение температур, разница температур от одного месяца к другому примерно 9°C [14].

Годовая сумма осадков изменяется от 398 мм до 585. Нормой суммы годовых осадков является 567 мм.

На рисунке 4 изображена диаграмма, отображающая изменения выпадения осадков по месяцам за последние три года. Средняя годовая сумма осадков за эти годы составила 491,6 мм [82].

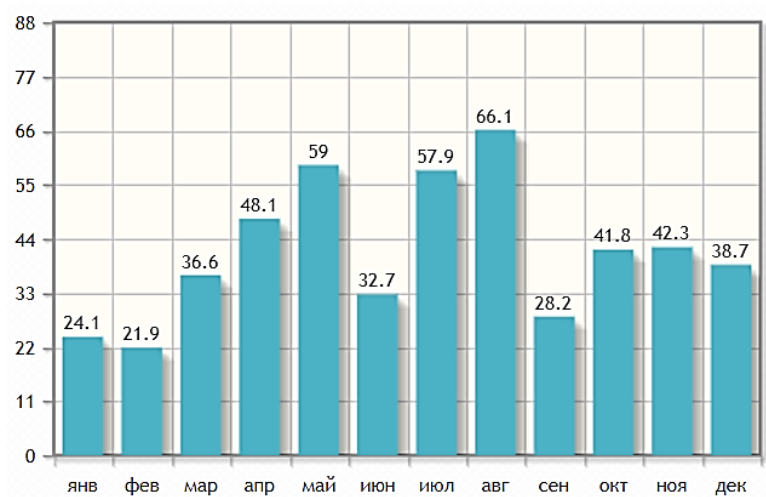


Рисунок 4 – График изменения количества осадков по месяцам (мм)  
(усредненные данные за 2016, 2017, 2018) [82]

Проанализировав данные, представленные на рисунке 4, можно сделать вывод, что максимум осадков приходится на август, а минимум на февраль. Преобладающие осадки – летне-осенние сравнительно с зимне-весенними. По отдельным годам наблюдается изменчивость осадков.

Грозы в Томске начинаются в конце апреля и заканчиваются в октябре. В среднем они наблюдаются 24 раза в год и могут достигать большей силы из-за сильного различия температур воздушных течений Севера Западно-Сибирской равнины с Васюганскими болотами [14].

Наибольшая мощность снега в марте. Значительная мощность связана со свойствами климата и дополнительными существующими климатическими различиями в области [29].

Облачность – преобладает с началом осени и началом зимы, в силу развития в эту пору циклонической деятельности, ясные дни чаще в конце зимы и весной, когда устанавливается равномерно на всей территории антициклонический режим [29].

По многолетним наблюдениям преобладающими ветрами для г. Томска являются ветры юго-западных румбов, изменяющиеся зимой на южные и юго-западные направления. Летом отмечаются ветры северных, северо-восточных, восточных и юго-западных румбов (рисунок 5).

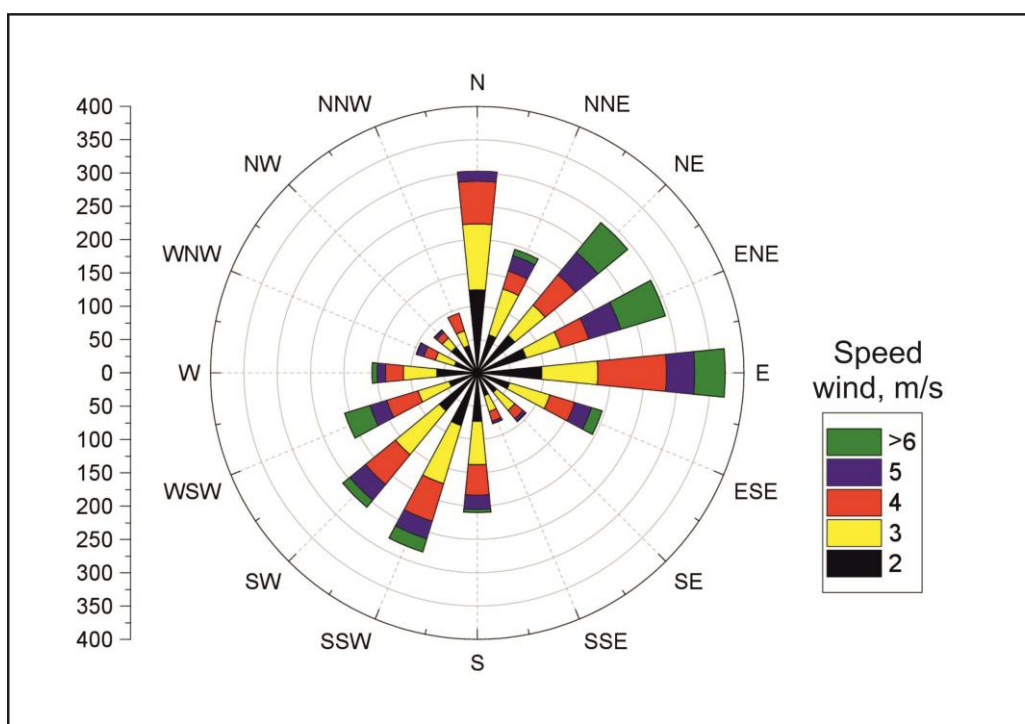


Рисунок 5 – Роза ветров г. Томска (с июня по сентябрь 2016 года), построенная в программе OriginLab по данным [85]

Средняя скорость ветра составляет 1,6 м/с, но в начале весны она может достигать 30 м/с из-за частой смены циклонов и антициклонов с перепадами атмосферного давления [29].

### 1.3 Геологическое строение и рельеф

Город Томск находится на стыке Западно-Сибирской плиты и Колывань-Томской складчатой зоны, которая имеет протяженность в 450 км с юго-запада на северо-восток и входит в Алтай-Саянскую складчатую область [12].

Городская территория определяется широким диапазоном стратиграфических разрезов в пределах которой отмечаются отложения палеозойской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем (рисунок 6).

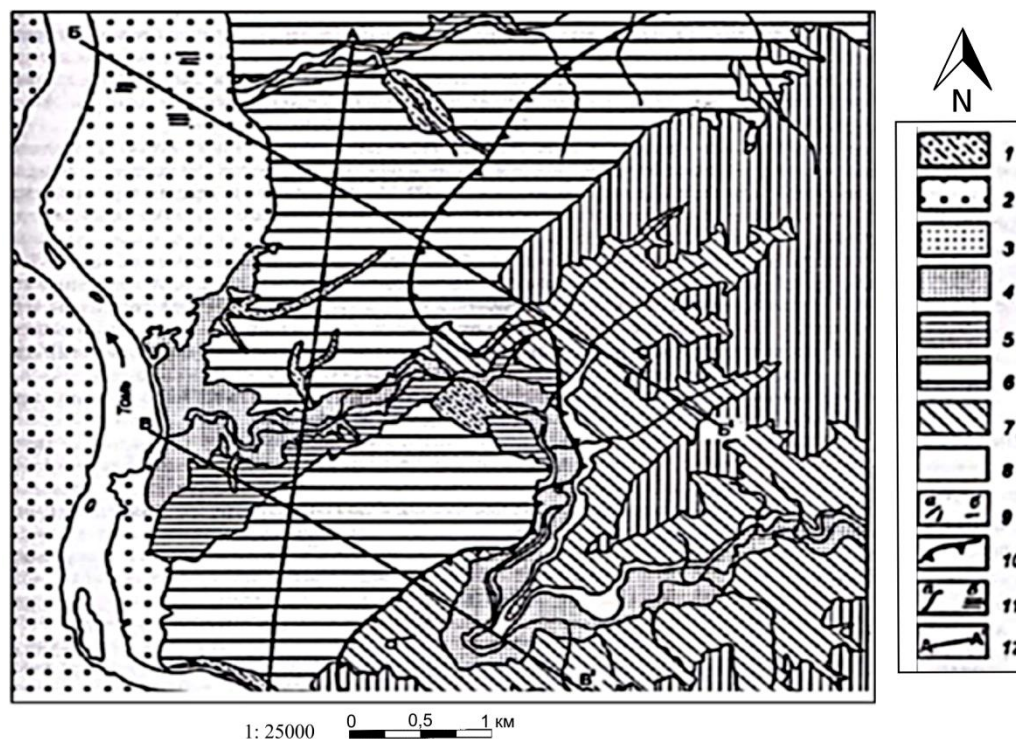


Рисунок 6 – Геологическая карта-схема территории г. Томска [41]

Условные обозначения: 1 – Золоотвал, свалки. 2 – Аллювиальные отложения высокой поймы р. Томи. 3 – Аллювиальные отложения рек Ушайки и М. Киргизки. 4 – Левая надпойменная терраса рек Ушайки и Мал. Киргизки. 5 – Отложения второй надпойменной террасы рек Ушайки и М. Киргизки. 6 – Отложения кочковской свиты. 7 – Отложения новомихайловской свиты. 8 – Границы свит. 9 – Овраги: а) засыпные; б) незасыпные. 10 – Границы свит. 11 – Границы свит. 12 – Границы свит.

оползневых участков. 11 – Заболоченность территории: а) незаболоченные; б) заболоченные. 12 – Разведочные линии.

Отложения палеозоя карбонового возраста составлены песчаниками глинистыми сланцами, алевролитами и образуют Колывань-Томскую складчатую зону и Западно-Сибирскую плиту. В северо-западной части города выделяется симоновская ( $K_{2sm}$ ) свита, которая представлена отложениями озерно-аллювиальных равнин меловой системы. Отложения палеогена составляют лагерно-томскую ( $P_{3lg}$ ) и новомихайловскую ( $P_{3nm}$ ) свиту и представлены глинами, суглинками, песками. Отложения неогеновой системы составляют кочковскую ( $N_{2ks}$ ) свиту и представлены глинами, суглинками и аллювиальными песками. Отложения четвертичной системы представлены: тайгинской свитой с грубодисперсными, алевроитовыми, иловатыми глинами, между которыми нередко отмечается слой (0,5-1м) погребенной почвы; комплексом аллювиальных отложений современной речной сети ( $alQ_{II-III}$ ); покровными отложениями ( $Q_{II-III}$ ), представленные в основном карбонатизированными суглинками коричневого и бурого цвета с ржаво-бурыми разводами гидроокислов железа [6].

Город Томск меридионально с юга на север на две части делит река Томь. Правый берег характеризуется водораздельной поверхностью с абсолютными отметками до 200 метров. Тип рельефа с помощью геоморфологических карт можно определить как полого-увалистый. Однако местами наблюдается понижение водоразделов при приближении к долинам [12].

Левый берег окрестностей г. Томска характеризуется абсолютными отметками на широте города и не превышают 150 м. Морфологически здесь выделяются два типа рельефа: эоловый ложбинно-грядовый и заболоченный плоскоравнинный, местами пологоволнистый, занимающий большую часть территории водоразделов [6, 12].

Флювиальный рельеф города главным образом отображается долинами р. Томи, а также ее притоков. Долина характеризуется своей асимметричностью, так как ее крутой правый борт возвышается над руслом реки до 50 м, а левый плохо выражен и неясно различимый на аэрофотоснимках. Склоны долины осложнены серией надпойменных террас различных уровней [12].

#### **1.4 Гидрологическая характеристика**

Гидрография района представлена долиной р. Томи, город расположен в нижнем течении реки и замыкает площадь водосбора 57800 км<sup>2</sup> [36]. На этом участке р. Томь относится к типу «меандрирующих». Пойма правого берега, находящаяся в пределах города, ограждена защитной дамбой. Пойма левого берега богата старицами и протоками, самая крупная старица – залив Сенная курья.

Водный режим р. Томи характеризуется летней меженью, прерывающейся дождевыми паводками, и низкой зимней меженью, а также высоким весенним половодьем. Ледовой покров на реке устанавливается к середине ноября и длится 119-202 дня. В апреле – мае происходит полное очищение реки ото льда. Температура воды в р. Томь с небольшим опозданием повторяет ход температуры [35].

В окрестностях города в р. Томь впадают – реки Басандайка, Ушайка, Большая Киргизка с притоком Малая Киргизка, Кисловка. Также на территории города располагаются озера – Цимлянское, Университетское, Солнечное, Мавлюкеевское, Белое.

#### **1.5 Почвенный покров**

Город Томск характеризуется достаточно разнообразным почвенным покровом. Зональные почвы представлены дерново-подзолистыми супесчаными и песчаными, серыми лесными, лугово-черноземными почвами. Сложность структуры почвенного покрова на территории города обуславливается сложностью геологического строения и рельефа правого берега р. Томи [7].

Из-за замедленного поверхностного стока на некоторых территориях (неглубокие лощины и гряды водораздела) происходит неполное заболачивание пониженных участков рельефа. Почвы территорий, на которых наблюдается слабое заболачивание, могут быть подвержены оглеению. Также встречаются заболоченные понижения участков рельефа, заполненные маломощными торфяниками и образующие болотные почвы. Болотно-подзолистые почвы развиваются при избыточном увлажнении, которое может быть связано с близким залеганием грунтовых вод или сосредоточением большого количества поверхностных вод.

Пойма р. Томи представлена аллювиально-дерновыми почвами. Почвы пойм малых рек – аллювиально-болотные [7].

Формированию почвенно-растительных условий г. Томска способствует антропогенный фактор. Почвы города не соответствуют зональным, большая часть из них представлена асфальтированными и застроенными участками или антропогенными изменениями почв.

### **1.6 Растительный и животный мир**

Город Томск относится к переходной зоне от тайги к лесостепи. В окрестностях города в лесах наблюдаются насаждения с преобладанием сосны, остальные представлены мелколиственными (осинники, березняки) и кедровыми насаждениями (осинники, березняки) [14, 26].

Томск богат численностью парков, скверов, рощ, садов и иными зелёными массивами. Это Лагерный, Сибирский Ботанический, Городской сады, Буфф-сад, Университетская, Михайловская рощи, роща на Каштаке, в районе Солнечного и на Иркутском тракте.

Озеленение парков представлено следующими растениями: береза повислая (*Betula pendula* R.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) и тополь черный (*Populus nigra* L.), сосна лесная (*Pinus sylvestris* L.) и сосна сибирская кедровая (*Pinus sibirica* D.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), ель сибирская (*Pinus obovata* L.), рябина сибирская (*Sorbus sibirica* H.), черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.) [26].

На территории г. Томска и его окрестностей встречаются наземные позвоночные – мелкие хищники, грызуны и насекомоядные. На левом берегу в окрестностях города можно встретить крупных млекопитающих – косулю и лося. Отряд насекомоядных представлен кротом сибирским, малой, средней и обыкновенной бурозубкой. Из отряда хищных в окрестностях города обитают ласка и лисица. В городской черте обитает около 190 видов птиц это воробьиные, снегиревые, голубиные, дятловые, ласточковые и кулики-сороки. Из отряда грызунов обитают – белка, бурундук, северная мышовка, ондатра, заяц беляк. Водоемы окрестностей Томска представлены такими рыбами как чебак, окунь, елец, карась, щука, ерш, пескарь, гольян [14, 41].



## 2 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Г. ТОМСКА

Экологическая ситуация г. Томска складывается в результате тесного расположения на ограниченной площади зон жилой застройки, крупных предприятий г. Томска, а также интенсивно возрастающей автомобилизации. Эти факторы в совокупности с соседством с промышленным центром – г. Северск обуславливают загрязнение компонентов окружающей среды.

### 2.1 Состояние атмосферного воздуха

Томск – один из крупнейших промышленных центров Западной Сибири. На его территории большая часть промышленных производств расположена в зонах жилой застройки. На качество атмосферного воздуха в городе оказывает воздействие деятельность более 335 промышленных предприятий.

Источники загрязнения атмосферного воздуха города можно разделить на стационарные (предприятия, жилые объекты) и передвижные (автотранспорт). Наибольший вклад в объем выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников г. Томска вносят предприятия различных отраслей (рисунок 7).

Предприятия теплоэнергетической отрасли. Предприятиями данной отрасли являются Томская ГРЭС-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-1, Пиковая резервная котельная, которые относятся к АО «Томская генерация».

Предприятия нефтехимической и химической отраслей. На счету данных отраслей имеются такие предприятия как ЗАО «Сибметакхим», ОАО «Томскгазпром», ОАО Фармстандарт-Томскхимфарм, ООО «Томский нефтехимический комбинат» (ТНХК), Томский шпалопропиточный завод.

Предприятия машиностроительной отрасли. К предприятиям машиностроительной отрасли относятся ФГУП «Томский электротехнический завод», ОАО НПЦ «Полус», ЗАО «Томский подшипник», ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева», ОАО «Томский инструментальный завод».

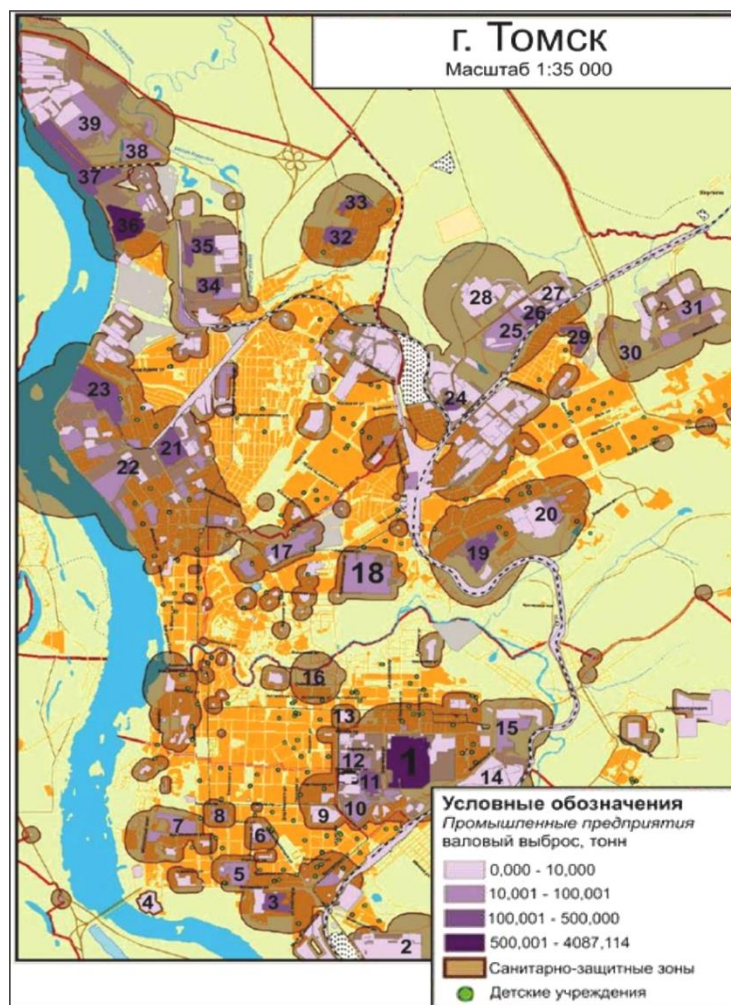


Рисунок 7 – Основные промышленные предприятия г. Томска [39]

Условные обозначения: 1 - ОАО «ТГК-11» Томская ГРЭС-2; 2 - ОАО «Томский радиотехнический завод»; 3 - ООО «Континентъ»; 4 - ЗАО «Томский водокнал»; 5 - ОАО «Томский инструментальный завод» (перенесен с 2009 г.); 6 - ОАО «Томский электроламповый завод»; 7 - ОАО «Томское пиво»; 8 - ОАО «Томский электромеханический завод»; 9 - НПО «Полюс»; 10 - ФГУП «Томский электротехнический завод»; 11 - ОАО «Сибэлектромотор»; 12 - ОАО «Манотомь»; 13 - ОАО «Завод пищевых продуктов Томский»; 14 - ООО «Завод крупнопанельного строительства ТДСК»; 15 - ООО «Эмальпровод»; 16 - ЗАО Кондитерская фабрика «Красная звезда»; 17 - ЗАО «Сибкабель»; 18 - ЗАО «Томский подшипник»; 19 - ЗАО «Карьероуправление»; 20 - ЗАО «Томский завод строительных материалов и изделий»; 21 - ОАО «Фармстандарт-Томскхимфарм»; 22 - Томский дрожжевой завод; 23 - Томский шпалопропиточный завод ОАО

«ТрансВудСервис»; 24 - ООО «ЖБИ-2007»; ЗАО «Завод дорожно-строительных материалов»; 25 - ООО «ЖБК-40»; 26 - ООО «Керамзит-Т»; 27 - ОАО «ТГК-11", Пиковая резервная котельная; 28 - ООО «ЖБК-100»; 29 - ОАО Томская спичечная фабрика «Сибирь»; 30 - НПО «Вирион»; 31 - ЗАО «Томский приборный завод»; 32 - Томская клиническая психиатрическая больница; 33 - Исследовательский реактор ИРТ-Т НИИ ЯФ ТПУ; 34 - ООО «СибРос», ООО Завод строительных материалов «Промальп»; 35 - ООО «Сибцем-Томск»; 36 - Лесопромышленное объединение «Томлесдрев»; 37 - ЗАО «ТомЗЭЛ»; 38 - ЗАО «БПТОиКО»; 39 - ООО «Дробильно-сортировочный завод».

Предприятия строительной индустрии. Основными предприятиями данной отрасли являются ЗАО «Карьероуправление», ООО «Керамзит-Т», ЗАО «Томский завод строительных материалов и изделий».

Предприятия деревообрабатывающей отрасли. Данный вид отрасли широко распространен как на территории города так и в области, это обусловлено наличием значительных лесных ресурсов. Основные предприятия данной отрасли г. Томска – ЗАО Лесоперерабатывающий комбинат «Партнер-Томск» (в настоящее время выставлен на торги), ООО «Томлесдрев», Сибирская карандашная фабрика, ООО «Премьер», ОАО «Томская спичечная фабрика «Сибирь».

Предприятия пищевой отрасли. К крупным предприятиям пищевой отрасли относятся ООО «Томское пиво» и ЗАО Кондитерская фабрика «Красная звезда».

Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников г. Томска в 2016 на 0,08 тыс. тонн превышают выбросы за 2015 год, однако с 2011 года наблюдается тенденция по уменьшению выбросов (рисунок 8) [10-11].

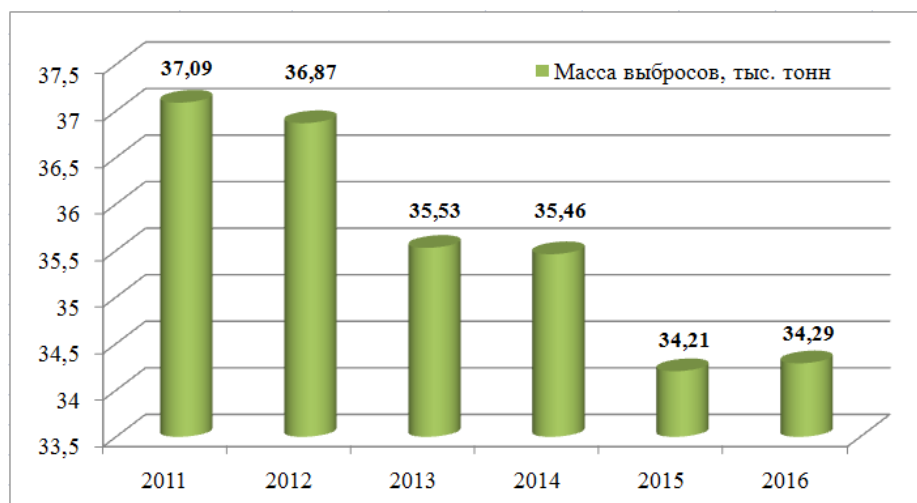


Рисунок 8 – Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в 2011–2016 гг. согласно данным Государственной статистики по Томской области взятым из [10-11]

Немаловажную роль в формировании уровня загрязнения атмосферного воздуха играют выхлопные газы автотранспорта, поступающие в приземный слой воздуха, где они могут составлять наибольшую опасность для здоровья населения [11].

Одним из источников выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта являются отработавшие газы автомобилей, состав которых зависит от ряда факторов: типа двигателя и топлива, режима работы и нагрузки, технического состояния автомобиля и качества топлива [8]. Изучено более 200 компонентов, которые входят в состав отработавших газов автомобильного транспорта. По объему наибольший удельный вес имеют оксид углерода, оксиды азота, несгоревшие углеводороды, альдегиды и взвешенные вещества. В состав взвешенных веществ от сгорания нефтепродуктов входит широкий перечень металлов, таких как Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn, Mn, V и неметаллов –As, Se [36].

Однако, существует ряд работ, в исследованиях которых выявлено, что с улучшением качества, производимого топлива, и развитием технологий в строении двигателей к 2020 году около 90% выбросов автотранспорта будет связано с «не выхлопными» источниками [53, 55]. К таким источникам

относятся эмиссии от износа тормозных колодок, истирания шин и дорожных покрытий.

Химический состав частиц, образованных в результате износа тормозных колодок и истирания шин разнообразен и зависит от состава материалов и технологий производства. Износ тормозных колодок является источником поступления таких элементов как Pb, Sb, Fe, Mn, Cu, Ti, Zn, истирание шин – Pb, Cd, Sb, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu и Zn [8, 28, 52, 54]. Также износ подшипников может являться источником поступления Sn, Pb, Sb, Cu, Cd, Ni, As [5].

Также пыль является еще одним загрязнителем приземного слоя атмосферного воздуха, которая образуется в результате смешивания продуктов износа дорожных покрытий и автомобильных шин с взвешенными частицами отработавших газов. Анализ частиц менее 10 мкм ( $PM_{10}$ ) показал, что дорожная пыль включает сотни органических соединений различного происхождения, таких как выветрившиеся материалы дорожных покрытий, выхлопных газов дизельных и бензиновых двигателей, смазки масла, шины и тормозные мусора, а также атмосферно осажденные материалы от выбросов, не связанных с автотранспортом [47].

Химический состав пыли зависит от материалов дорожного покрытия. Основным покрытием для общей сети дорог с капитальными типами покрытий является асфальтобетон. Согласно литературным данным [23] пыль, которая образуется в результате изнашивания дорог с твердым покрытием, содержит около 90-95 % алюмосиликатов, также в состав могут входить продукты износа вяжущих битумосодержащих материалов, 5-10 % частиц краски или пластмассы от разметки дороги, 3 % – ПАУ, диоксины и фураны.

Загрязнение атмосферного воздуха от автомобильного транспорта в большей степени отмечается в местах, где наиболее сконцентрированы транспортные потоки г. Томска. Такими местами являются пересечения напряженных магистральных улиц города.

Мониторинг качества атмосферного воздуха проводится Государственной службой наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН) комплексной лабораторией по мониторингу загрязнения окружающей среды ГУ «Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ЦГМС) на 6 постах (рисунок 9).



Рисунок 9 – Схема расположения постов наблюдения Томского ЦГМС с индексами загрязнения атмосферы [10]

В соответствии с местоположением посты сети мониторинга загрязнения атмосферного воздуха делятся на «фоновые городские», расположенные в жилых кварталах Октябрьского района – пост № 14; «промышленные», находящиеся вблизи крупных источников выбросов Советского, Ленинского, Кировского районов – посты № 5, 11, 13, а также в п. Светлый – пост № 12; «автотранспортные», расположенные рядом с транспортными магистралями – Ленинский район – пост № 2.

При наблюдениях за состоянием атмосферного воздуха на постах оценивается содержание 12 веществ: оксид углерода, формальдегид, сернистый ангидрид (диоксид серы), оксиды азота, хлористый водород, взвешенные вещества, сернистый водород, сажа, аммиак, фенол, метанол и бенз(а)пирен. По состоянию на 2016 год наблюдаются следующие концентрации загрязняющих веществ [11].

Концентрации сернистого ангидрида. В г. Томске по состоянию на 2016 год средняя и максимальная разовая концентрации диоксида серы не превышают ПДК.

Концентрации взвешенных веществ. Среднегодовая концентрация в среднем по городу составила 0,7 ПДК. Наибольшее загрязнение взвешенными веществами выявлено в Советском районе (пост № 5), где отмечены наибольшие величины среднегодовой концентрации (1,3 ПДК), максимально-разовой (8,8 ПДК в апреле) и наибольшей повторяемости превышений ПДК (7,0 %).

Концентрации оксида углерода. Средняя за год концентрация оксида углерода составила 0,4 ПДК. Максимальная из разовых концентрация (8,2 ПДК в апреле) и наибольшая повторяемость превышений ПДК (2,7 %) зафиксированы в Советском районе (пост № 5).

Концентрации диоксида / оксида азота. В целом по городу наблюдаются превышения средними за год концентрациями диоксида ПДК в 1,1 раза. Наибольшие превышения в 1,5 раза и повторяемости превышений ПДК (0,6 %) отмечены в Советском районе (пост № 5). Максимальная из разовых концентрация (3,4 ПДК) зафиксирована в Кировском районе (пост № 13). Среднегодовые и максимальные из разовых концентрации оксида азота в целом по городу и по постам ниже ПДК.

Концентрации бенз(а)пирена. Среднегодовая концентрация бенз(а)пирена составила 0,4 ПДК. Максимальное превышение ПДК из среднемесячных в 2,4 раза наблюдалось в январе.

Концентрации сернистого водорода. Наблюдения за содержанием сероводорода в атмосферном воздухе проводятся в Советском районе (пост № 5). Случаев превышения допустимых санитарных норм не зафиксировано.

Концентрации фенола. Средняя за год концентрация фенола по городу составила 0,3 ПДК. В Ленинском районе (пост № 2) зафиксировано максимальное превышение ПДК из разовых в 3,1 раза.

Концентрации сажи. Средняя за год концентрация сажи по городу и по постам не превышает ПДК. В Ленинском районе (пост № 2) зафиксировано максимальное превышение ПДК из разовых в 2,4 раза.

Концентрации хлорида водорода. Средняя за год концентрация хлорида водорода составила 0,5 ПДК. В Советском районе (пост № 5) зафиксировано максимальное превышение ПДК из разовых в 8,5 раза (в марте).

Концентрации аммиака. Средняя за год концентрация аммиака и максимальная из разовых ниже ПДК.

Концентрации формальдегида. Средняя за год концентрация формальдегида по городу превышает ПДК в 1,3 раза. В Ленинском районе (пост № 11) зафиксировано максимальное превышение ПДК из разовых в 4,3 раза, тогда как в Кировском районе (пост № 13) зафиксирована наибольшая повторяемость превышений ПДК (6,1 %).

Концентрации метанола. Наблюдения за содержанием метанола в атмосферном воздухе проводятся в п. Светлом (пост № 12), средняя годовая концентрация в котором превышает ПДК в 1,1 раза. Максимальное из разовых концентраций превышение ПДК в 4,3 ПДК наблюдалось в марте. Наибольшая повторяемость превышений ПДК составила 14,5 %.

Помимо мониторинга качества атмосферного воздуха на 6 стационарных постах ГУ «Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» специалистами отдела Томская СИГЭКиА ОГБУ «Облкомприрода» производятся систематические наблюдения за качеством атмосферного воздуха в местах массового отдыха населения



(Буфф-сад, Лагерный сад, парк у Белого озера, березовая роща на Каштаке), в зонах влияния автотранспорта и на детских площадках. В зимнее время наблюдения проводятся методом снеговой съемки, в летнее анализируются пробы атмосферного воздуха.

Состояние атмосферного воздуха в местах массового отдыха населения и на детских площадках г. Томск в целом отмечается как благоприятное, однако по данным за 2016 год были зафиксированы превышения ПДК взвешенных веществ (пыли) в 1,2–2,2 раза на 6 из 21 наблюдаемой детской площадки. На 3 детских площадках были зафиксированы превышения ПДК фенола: по ул. Киевская, 86 в 1,8 раза, по пр. Мира, 29 в 1,1 раза и на Иркутском тракте, 37 в 1,5 раза [11].

Зонами влияния автотранспорта являются 15 напряженных уличных перекрестка г. Томска: 1 – ул. Мокрушина – ул. Нефтяная; 2 – ул. Ключева – ул. Энтузиастов; 3 – пр. Комсомольский – пр. Фрунзе; 4 – ул. Ф. Мюниха – пр. Мира; 5 – ул. С. Лазо – ул. Беринга; 6 – Иркутский тракт – ул. Суворова; 7 – пр. Комсомольский – ул. Пушкина; 8 – ул. Дальне-Ключевская – пр. Ленина; 9 – ул. Источная – Московский тракт; 10 – ул. Интернационалистов – пр. Мира; 11 – площадь Ленина; 12 – ул. Учебная – пр. Ленина; 13 – ул. Красноармейская – пр. Кирова; 14 – ул. Елизаровых – пр. Кирова; 15 – ул. Красноармейская – пр. Фрунзе [81].

На данных участках измеряются следующие показатели – оксид углерода, диоксид азота, фенол, формальдегид, свинец, медь, взвешенные вещества, бензол, бенз(а)пирен, водород хлористый.

По данным Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды г. Томска [81] в 2014 году на площади Ленина (№ 11) зафиксировано превышение ПДК оксида углерода в 1,1 раз, такое же превышение наблюдалось на пересечении пр. Фрунзе и пр. Комсомольский (№ 3) в 2015 году. По результатам измерений на 2016-2017 года концентрации оксида углерода в среднем равны 1,2 мг/м<sup>3</sup>, что не превышает значений ПДК (рисунок 10).

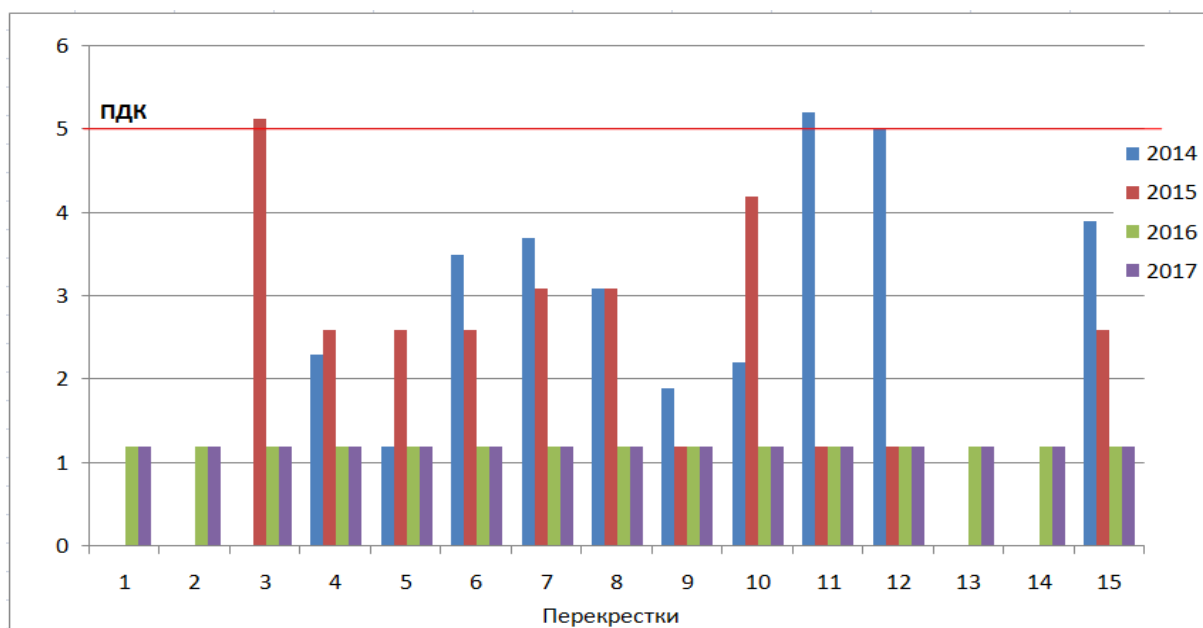


Рисунок 10 – Концентрации оксида углерода (мг/м³) с 2014-2017 гг.

В 2014 году зафиксировано превышение ПДК диоксида азота году на площади Ленина (№ 11) в 1,5 раза. В 2016 году превышений не выявлено (рисунок 11).

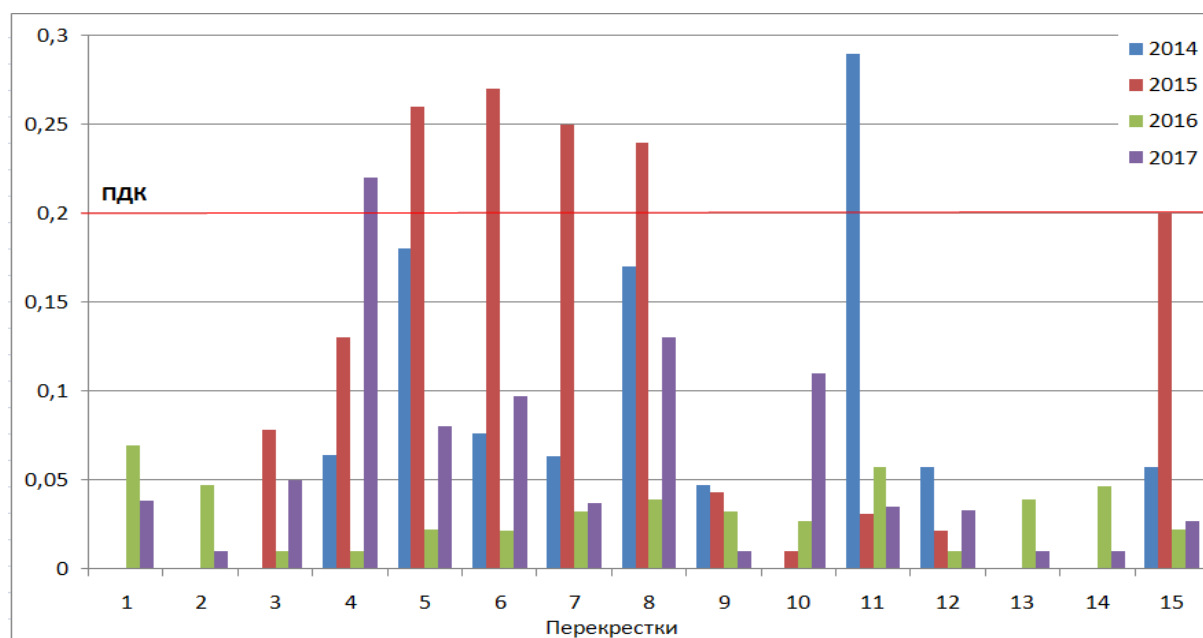


Рисунок 11 – Концентрации диоксида азота (мг/м³) с 2014-2017 гг.

По состоянию на 2015 год превышения концентраций диоксида азота в 1,2-1,5 раза отмечались на 4 перекрестках. В 2017 году на пересечении пр.

Мира и ул. Ф. Мюнха (№ 3) было зафиксировано превышение ПДК в 1,3 раза (рисунок 11).

По состоянию на 2014 год на 7 перекрестках наблюдались превышения ПДК взвешенных веществ в 1,5-3,2 раза. В 2015 году на 11 перекрестках в 1,5-3,3 раза, в 2014 на 10 в 1,1-1,8 раза. По данным за 2017 год превышения ПДК взвешенных веществ можно отметить на 2 перекрестках в 1,1 раза (рисунок 12).

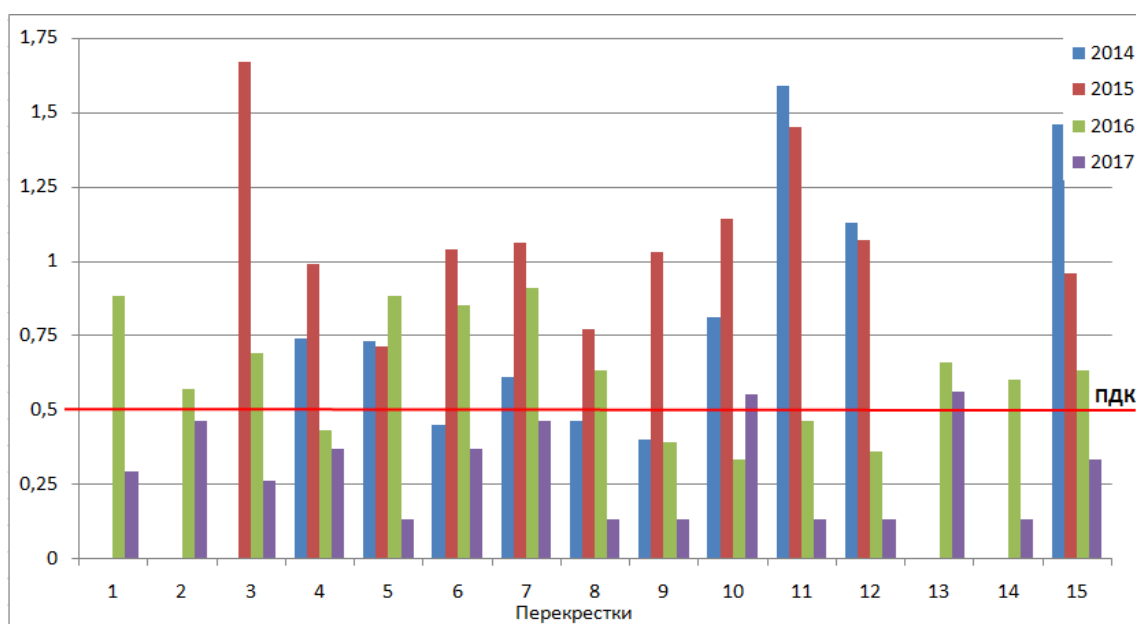


Рисунок 12 – Концентрации взвешенных веществ (мг/м³) с 2014-2017 гг.

По данным за 2014 год на 7 перекрестках зафиксированы превышения ПДК водорода хлористого в 1,3-3,2 раза. Также превышения обнаружены на 7 перекрестках в 2015 в 1,1-5,7 раза, с наибольшими на пресечении пр. Комсомольского и пр. Фрунзе. В 2016 году превышения ПДК в 1,1- 2,1 раза были зафиксированы на 2 перекрестках. По состоянию на 2017 год превышения ПДК водорода хлористого в 1,1-5,9 раз наблюдалось на 10 перекрестках, с превышением почти в 6 раз на площади Ленина, пересечении ул. Источная - Московский тракт (рисунок 13).

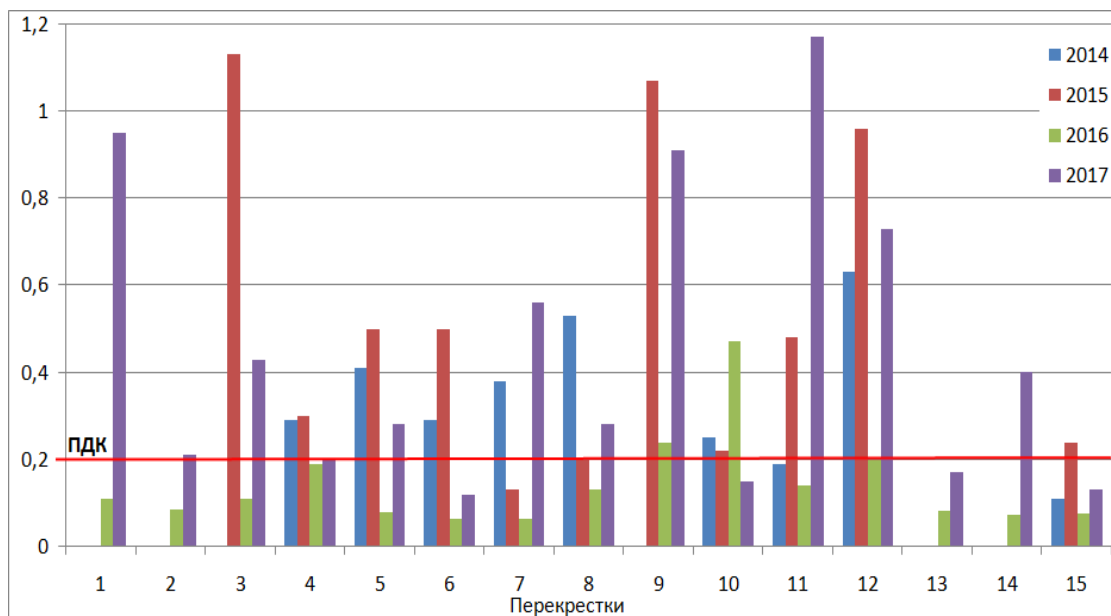


Рисунок 13 – Концентрации водорода хлористого ( $\text{мг/м}^3$ ) с 2014-2017 гг.

По остальным измеряемым показателям в период с 2014 по 2017 год не зафиксировано превышений ПДК.

Для определения уровня загрязнения атмосферного воздуха используется комплексный показатель – индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), который рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций.

Согласно ИЗА состояние атмосферного воздуха в г. Томске, начиная с 2012 года улучшается (рисунок 10), так как он понизился почти на 12 единиц и составил 5.0.

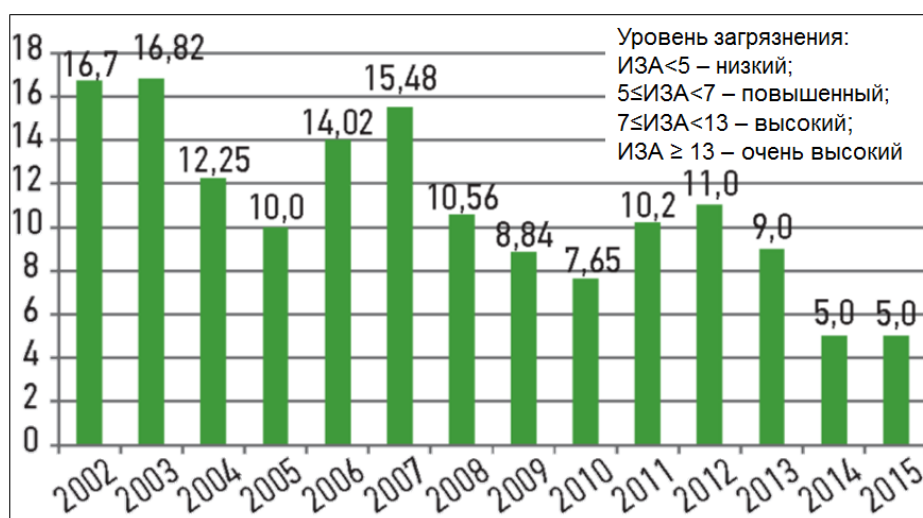


Рисунок 14 – Динамика изменения индекса загрязнения атмосферы [10]

ИЗА в 2015 г. в г. Томске остался на уровне 2014 г. и свидетельствует о повышенном загрязнении атмосферы. Повышенное загрязнение атмосферы также отмечалось в таких городах, как Барнаул, Искитим, Новосибирск. Высокое загрязнение атмосферы было в Кемерово и Новокузнецке. Низкое загрязнение атмосферы – в Бердске, Бийске, Заринске, Прокопьевске [10].

## **2.2 Состояние поверхностных и подземных вод**

Мониторинг качества поверхностных вод г. Томска осуществляется ГУ «Томский ЦГМС», Западно-Сибирского УГМС и ОГБУ «Облкомприрода» [11].

Качество вод реки Томь г. Томска было изучено в створах выше и ниже города, которое оценивалось по 14 ингредиентам. Наблюдались превышения ПДК железа общего, ХПК, БПК<sub>5</sub>, нефтепродуктов, фенолов, аммоний-иона, нитрит-иона.

По данным мониторинга за 2016 год в створе выше города наблюдалась характерная загрязненность по нефтепродуктам и железу общему. Средний уровень загрязненности отмечался по фенолам; низкий – по цинку, нитриту-иону, аммоний-иону, БПК<sub>5</sub> и ХПК.

В створе ниже города наблюдалась характерная загрязненность по нефтепродуктам и железу общему. Средний уровень загрязненности отмечался по фенолам, нитриту-иону; низкий – по цинку, аммоний-иону, БПК<sub>5</sub> и ХПК.

На общую оценку степени загрязненности вод оказывают влияние нефтепродукты и железо общее. По сравнению с 2015 годом повысилось среднее содержание нитрита-иона, БПК<sub>5</sub>; снизилось – нефтепродуктов, фенолов, цинка, меди, железа общего.

Для оценки качества поверхностных вод, водоемы делятся по степени загрязнённости на классы, соответствующие различным интервалам удельного комбинаторного индекса загрязнённости воды (УКИЗВ). Согласно величине УКИЗВ в 2016 году в створе выше города (3,28) очень загрязненная вода (3 «Б» класс качества), в створе ниже города (3,50) – очень загрязненная

вода (3 «Б» класс качества). По сравнению с предыдущим годом качество воды в створе выше города не изменилось, в створе ниже города – улучшилось (в 2015 г. 4 «А» класс качества – грязная вода) (рисунок 15).

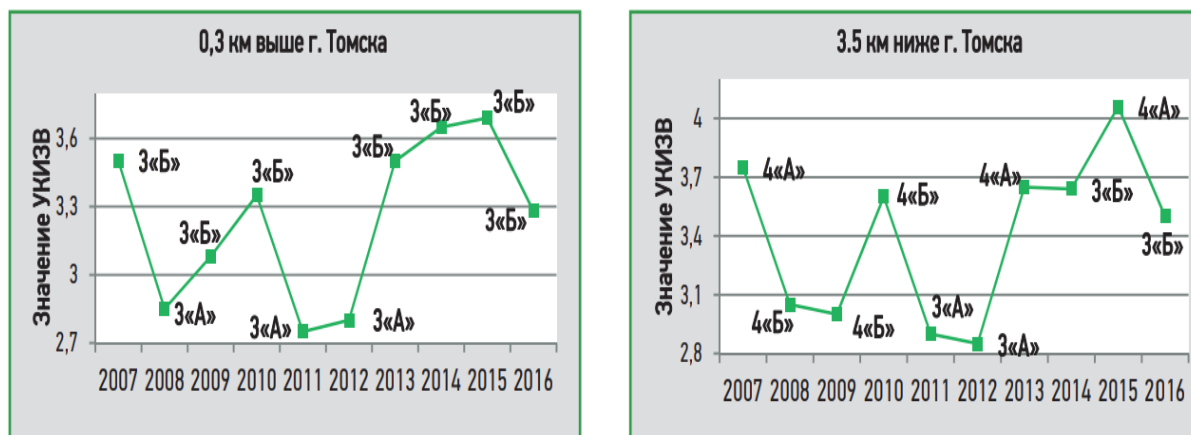


Рисунок 15 – Динамика изменения удельного комбинаторного индекса загрязнённости воды р. Томь [11]

Воды большинства озёр на территории г. Томска соответствуют классу качества 4 «А» – грязная вода. Самыми загрязненными являются озера Университетское, Цимлянское, Сенная Курья, чьи воды соответствуют 3 «Б» классу качества и характеризуются как очень загрязненные.

В Томской области источниками воды для систем хозяйственно-питьевого водоснабжения являются подземные водные горизонты, преимущественно палеогеновых и палеозойских отложений. По состоянию на 1 января 2017 года разведано 94 месторождений питьевых подземных вод с общей суммой оцененных запасов 729,833 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В основном, используемые для питьевого водоснабжения воды не отвечают гигиеническим нормативам по содержанию марганца и железа. Также на отдельных месторождениях по содержанию кремния и аммиака, и по показателям мутности, общей жесткости и цветности.

### 2.3 Состояние почвенного покрова

На состав почвенного покрова города в большей степени оказывает деятельность промышленных предприятий, котельных и транспорта.

В 2016 году ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Новосибирской области» проводились наблюдения за загрязнением почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) и были определены массовые доли кислоторастворимых форм тяжелых металлов, из которых доли свинца и кадмия превышают средние значения (таблица 1).

Таблица 1 – Массовые доли тяжелых металлов в почвах Томска, мг/кг [13]

Место наблюдений, направление и расстояние от источника, км	Количество проб, шт.	Cu	Zn	Ni	Cd	Pb
Средние массовые доли в почвах мира, А.П. Виноградов		20	50	40	0,5	10
г. Томск ПМН (3 УМН) юго-восточное - 6,5км; восточное северо-восточное - 1,5км, западное - 0,7 км; от ГРЭС-2	3	14	49	12	0,68	18
с. Ярское; южное - 43 км от ГРЭС-2 Фоновый район	1	7,6	22	0,45	0,03	4,1

Примечание: ПМН – пункт многолетних наблюдений; УМН – участок многолетних наблюдений.

Сотрудниками отделения геологии ИШПР НИ ТПУ в 1992 году [33] и в 2006 [15] проводились исследования элементного состава почв г. Томска.

Элементный состав проб почвы 1992 года характеризуется наличием следующих химических элементов: Hg, Pb, Zn, Ni, Mo, Cu, V, W, Mn и др. Также были выявлены ореолы повышенных концентраций ртути. Средняя величина накопления ртути в почвогрунтах города составляла 0,4 мг/кг. Максимальная концентрация ртути наблюдалась в Кировском районе – 0,51 мг/кг, в Советском районе (Московский тракт) – 0,99 мг/кг, Томск-2 (Октябрьский район) с концентрацией 0,61 мг/кг, ул. Мокрушина (Кировский район) – 0,54 мг/кг, Каштак (Ленинский район) – 0,51 мг/кг [33].

По результатам исследований 2006 года в почвах на территории г. Томска преобладают такие элементы, как Rb, Cs, Hf, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Yb и Lu. Также для почв установлены средние содержания редких, редкоземельных и радиоактивных элементов, которые в 1,4-8 раза превышают фоновые значения. Согласно суммарному показателю

загрязнения (СПЗ – 51) почвы характеризуются высокой степенью загрязнения и соответствуют опасному уровню заболеваемости населения. Повышенные значения отмечаются в районах крупных промышленных предприятий города (рисунок 16) [15].

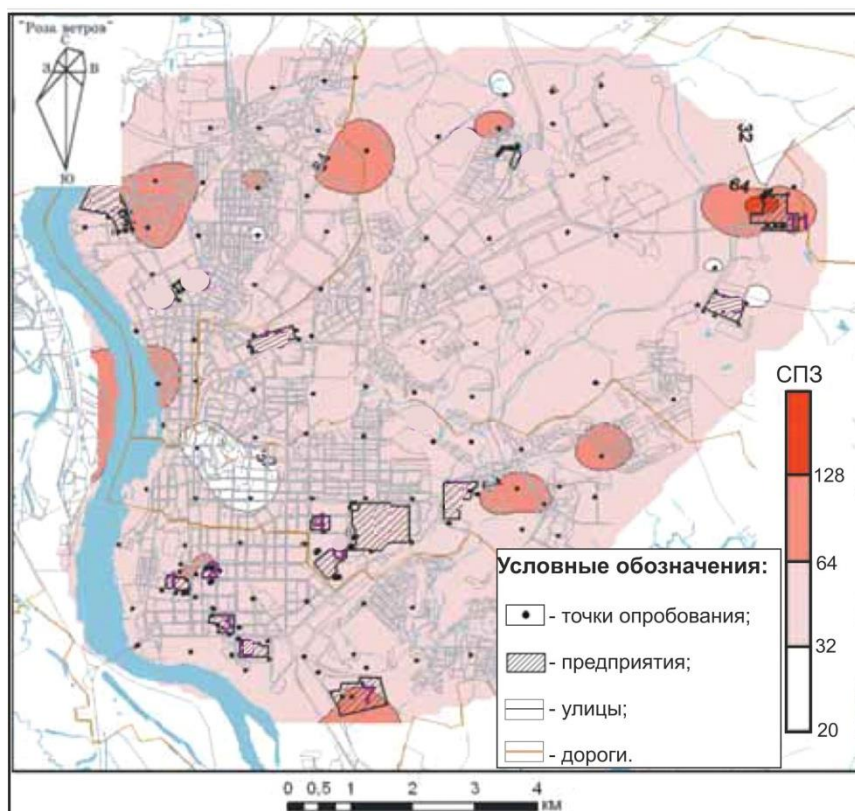


Рисунок 16 – Схема распределения величины суммарного показателя загрязнения почв г. Томска [15]

В исследованиях 2005 года выявлены повышенные концентрации Hg, превышающие значения ПДК (2100 нг/г), в Советском районе (пос. Восточный) – 2250 нг/г. Также наблюдается повышенная концентрация этого химического элемента в Ленинском и Кировском районах, что связано с большим количеством жилых домов, котельных, транспортных магистралей [24].



### 3 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Выбор объекта исследований

Биогеохимические методы представляют собой исследование химического состава различных объектов живой природы [43].

Растения – чувствительный объект, который позволяет производить оценку всего комплекса воздействий свойственных для исследуемой территории, так как они способны ассимилировать вещества и подвержены прямому воздействию одновременно из почвенного покрова и атмосферного воздуха [17, 34, 41].

Листья сезонных лиственных пород подвергаются воздействию загрязняющих веществ только во время вегетационного периода, что позволяет определить промежуток времени, за который произошло накопление загрязняющих веществ [3].

Тополь активно используется в качестве объекта исследований из-за его относительно высокой способности к накоплению загрязняющих веществ и интенсивному изменению элементного состава листвы при изменении техногенной нагрузки [50]. Данный род древесных растений характеризуется достаточной устойчивостью к дыму и газам, поэтому он встречается даже в высоко урбанизированных регионах и вблизи промышленных предприятий [19, 44, 49].

Листья тополя из-за своего морфологического строения способны накапливать, осаждающиеся загрязненные вещества из атмосферного воздуха [20, 46, 51]. Однако широкое распространение корневой системы также может быть причиной высокой концентрации элементов [48, 56].

Существует ряд работ, в которых отдельно исследуются концентрации химических элементов в отмытых и не отмытых листьях [45, 57, 58], различия между которыми могут свидетельствовать о поглощении осажденных загрязняющих веществ из атмосферного воздуха.

Тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) широко используется в озеленении многих городов, в частности и г. Томска. Тополь бальзамический

в сравнении с другими породами деревьев отличается быстрым ростом, развитой кроной и хорошей устойчивостью к основным негативным факторам городской среды [1, 41, 44].

Также в сравнении с березой повислой (*Betula pendula* R.), липой сердцелистной (*Tilia cordata* M.), рябиной сибирской (*Sorbus sibirica* H.) и сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) обладают наибольшей пылеудерживающей способностью [1], которая обусловлена особенностями морфологического и анатомического строения листовой пластины: шероховатой поверхности, наличия клейкого воска, особенностей расположения устьиц, которые располагаются на листовой пластине с двух сторон [40], а также от конструктивных особенностей и степени развития кроны: размер, плотность, общее количество листьев и т.д. [1].

### **3.2 Методика пробоотбора**

С целью оценки состояния атмосферного воздуха в зоне воздействия автотранспорта (на пересечении крупных автомагистралей) г. Томска был произведен отбор листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.).

Биогеохимическая индикация дает информацию о загрязнении преимущественно в период вегетации, поэтому отбор проб листьев производился во второй декаде сентября в сухую погоду на одиннадцати крупных перекрестках г. Томска.

Отбирались листья в матерчатых перчатках методом средней пробы из нижней внешней части кроны по окружности на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев с максимального количества доступных веток [16, 68] (рисунок 17).

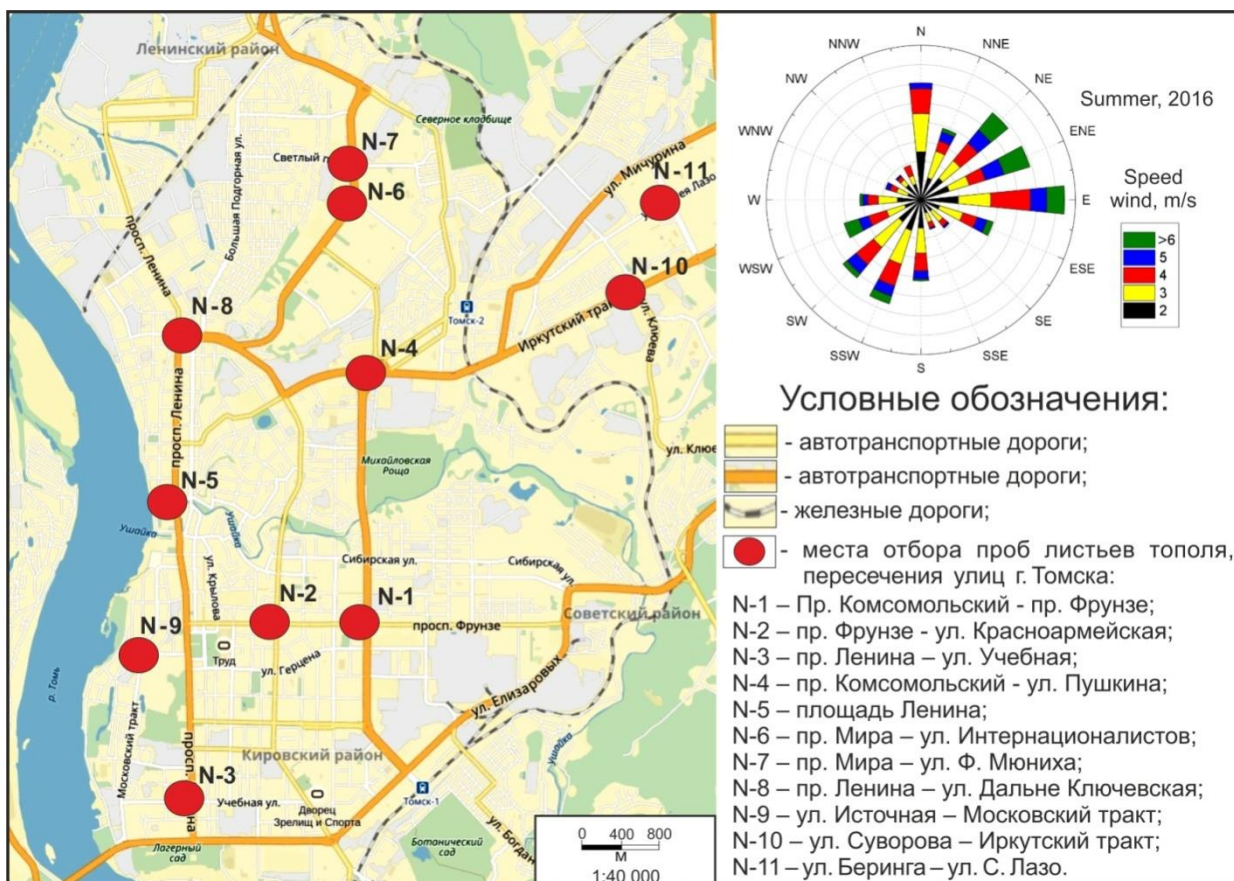


Рисунок 17 – Карта-схема опробования листьев тополя на перекрестках г. Томска

Отобранные образцы проб помещали в крафт-пакеты «Стерит», которые после заполнения были пронумерованы и зарегистрированы в журнале, также рядом с номерами отмечались адрес, координаты места, дата отбора проб и фамилия исследователя.

### 3.3 Методы пробоподготовки и лабораторных исследований

Сразу после отбора часть имеющейся пробы сушили для того чтобы определить долю накопившихся тяжелых металлов и задержанных на поверхности листьев пыли, а другую часть свежесобранного материала отмывали от пыли. Вначале листья промывали простой проточной водой, затем дистиллированной, слегка отжимали и сушили при комнатной температуре [43, 68]. Далее происходил отдельный анализ отмытых и не отмытых листьев тополя (22 пробы).

### 3.3.1 Атомно-абсорбционная спектрометрия

Образцы сухих листьев тополя бальзамического исследованы на содержание ртути на анализаторе РА-915+ с приставкой «ПИРО-915+» методом атомной абсорбционной спектрометрии (ААС) в лаборатории микроэлементного анализа международного исследовательского научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» отделения геологии ИШПР НИ ТПУ под руководством заведующей лабораторией Осиповой Н.А.

Анализатор ртути РА-915+ с приставкой «ПИРО-915+» предназначен для прямого (без предварительной химической пробподготовки) определения ртути в жидких и твердых образцах самого разнообразного состава. Низкие пределы обнаружения ртути (5 нг/г) позволяют определять ртуть в веществах со сложной матрицей (биологические материалы, пищевые продукты, пластмассы и резина, нефть, газоконденсат, сорбент поглоительных трубок и др.) [30].

Пробоподготовка высушенных проб растительности заключалась в измельчении и взвешивании [43, 68].

Перед проведением исследований была произведена калибровка анализатора. Для контроля измерений ртути в пробах листьях тополя производилось измерение стандартного образца массовой доли ртути (ГСО): образец состава листа березы ЛБ-1(ГСО-8923-2007) [67, 69].

С помощью ложечки-дозатора и лабораторных весов общего назначения 2 класса точности была определена масса навески пробы (от 20 до 100 мг). Включали интегрирование аналитического сигнала, и помещали ложечку-дозатор с пробой определенной массы в атомизатор приставки «ПИРО-915+». После возвращения аналитического сигнала на базовую линию интегрирование завершали.

Обработка результатов измерений осуществляется с помощью программного обеспечения «Рапид».

### 3.3.2 Инструментальный нейтронно-активационный анализ

Определение содержания 28 элементов – Ca, Na, Fe, As, Zn, Nd, Cr, Co, Sb, Br, Ba, Rb, Cs, Sr, Hf, Ta, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Ce, Yb, Lu, U, Th, Au, Ag производилось методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) на базе исследовательского ядерного реактора «ИРТ-Т» НИ ТПУ (аналитики – А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская).

Нейтронно-активационный анализ это ядерный процесс, используемый для определения концентраций элементов в образце. ИНАА позволяет дискретным образом определять элементы, так как не учитывает химическую форму образца, и сосредотачивается исключительно на ядрах элементов. Стабильные изотопы элементов бомбардируются мощным потоком нейтронов и могут превращаться в радиоактивные, которые характеризуются специфическим излучением. При выделении энергии (постоянная величина) распадаются радиоактивные изотопы. Из этого следует что если после того как проба облучилась нейтронами, она начинает излучать  $\gamma$ -лучи с определенной энергией, то это показывает на наличие в какого-либо элемента. Анализ составляющих  $\gamma$ -излучение, которые различаются по энергии, осуществляется с помощью многоканальных гамма-анализаторов. Количественное определение наличия определенных химических элементов выполняется с помощью сравнения, в выбранных энергетических интервалах спектрометра, стандартных образцов с интенсивностью излучения проб [21, 37].

Преимуществом применения ИНАА является то, что он не разрушает пробу, это свойство необходимо для анализа ценных и редких образцов. Также метод характеризуется относительной простотой пробоподготовкой, возможностью проведения анализа очень маленьких по объему и массе проб. Он удобен для нахождения примесей, которые присутствуют в пробе в очень низких содержаниях. В таблице 2 представлены пределы обнаружения элементов.

Таблица 2 – Пределы обнаружения содержания элементов в природных средах методом нейтронно-активационного анализа [37]

Элемент	ПО, мг/кг	Элемент	ПО, мг/кг	Элемент	ПО, мг/кг	Элемент	ПО, мг/кг
Na	20	Zn	2	Ba	3	Lu	0,01
Ca	300	Rb	0,6	La	0,007	Hf	0,01
Sc	0,002	As	1	Ce	0,01	Ce	0,05
Cr	0,1	Sr	1	Sm	0,01	Sm	0,002
Fe	10	Ag	0,02	Eu	0,01	Eu	0,01
Co	0,1	Cs	0,3	Tb	0,001	Tb	0,01
Ni	20	Sb	0,007	Yb	0,05	Yb	0,3

Недостатком метода является ограничение применения из-за уникальной и дорогой аппаратуры.

Пробоподготовка для ИНАА заключалась в измельчении высушенных проб листьев, взвешивании на лабораторных весах и сухом озолении в фарфоровых тиглях [2]. Измельченная проба в фарфоровом тигле помещалась на электроплиту, где при температуре 250°C она обугливалась до состояния черной золы. После чего проба проходила доозоление (прокаливание) в муфельной печи [43, 68].

Озоленные пробы листьев должны иметь равномерный белый или светло-серый цвет золы [2]. Далее с помощью лабораторных весов брали навеску массой  $100 \pm 1$  мг и упаковали её в алюминиевую фольгу с массой  $20 \pm 1$  мг [43].

### 3.4 Методика обработки результатов

Для проведения методического эксперимента по определению доли накопившихся тяжелых металлов и задержанных на поверхности листьев пыли, половину свежесобранной пробы сразу сушили, а другую часть – отмывали от пыли. Таким образом, в ходе выполнения лабораторных анализов, получены результаты содержаний элементов в отмытых (11 проб) и не отмытых (11 проб) листьях. Итого – 22 пробы.

Обработка результатов производилась с помощью персонального компьютера в следующих программах: «Microsoft Office Word», «Microsoft Office Excel», и «Surfer», «Statistika», «CorelDRAW».

Обработка аналитических данных концентраций химических элементов проводилась с использованием программы «Microsoft Office Excel» и «Statistika». При получении результатов исследований необходимо было составить исходную базу данных с концентрациями элементов и рассчитать параметры описательной статистики – среднее геометрическое, среднее арифметическое, медиана, максимальные и минимальные значения, стандартное отклонение, коэффициент вариации и стандартные ошибки.

Также для нормирования полученных результатов, сформирована исходная база с концентрациями элементов в листьях тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), отобранных Ялалтдиновой А. Р. в 2014 году на территории г. Томска по площадной сети с шагом опробования 1×1 км (21 проба) и рассчитаны основные статистические параметры.

Для оценки степени запыленности атмосферного воздуха на перекрестках после озоления проб рассчитывался показатель зольности (в процентах) для отмытых и не отмытых листьев тополя.

Показатель зольности рассчитывался по формуле (1):

$$\text{Показатель зольности} = \frac{P_z}{P_{\text{с.в.}}} * 100 \%, (1)$$

где  $P_z$  – вес золы, г;  $P_{\text{с.в.}}$  – вес сухого вещества, г.

На основании числовых характеристик описательной статистики с помощью программы «Microsoft Office Excel» произведен расчет коэффициентов концентрации химических элементов и построены геохимические ряды ассоциаций.

Расчет коэффициентов концентраций элементов производился по формуле (2):

$$K = \frac{C}{C_K}, (2)$$

где  $K$  – коэффициент концентрации;  $C$  – содержание элемента в пробе, г/т;  $C_k$  – среднее содержание элемента в условно фоновой пробе, г/т.

Такие программы как «Surfer» и «CorelDRAW» использовались для графического отображения информации – построение карт, схем отбора проб, пространственного распределения химических элементов и их коэффициентов концентраций.



## 5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 5.1 Техническое задание и разработка технического плана

#### 5.1.1 Техническое задание

Целями данной главы выпускной квалификационной работы является определение и анализ трудовых и денежных затрат при реализации данной научно-исследовательской работы на различных этапах работ – полевом, лабораторном и камеральном.

Выпускная квалификационная работа на тему «Изучение влияния выбросов автотранспорта на состояние атмосферного воздуха города Томска методом биогеохимической индикации» направлена на исследование элементного состава проб листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) на одиннадцати крупных пересечениях магистральных улиц города.

#### 5.1.2 Виды и объемы работ

На полевом этапе работ осуществлялось изучение местности для определения расположений объекта исследований и отбора проб.

Отбор проб был произведен 24-25 сентября 2016 года на 11 перекрестках города. Количество отобранных проб – 11 штук.

Лабораторные работы заключались в подготовке проб растительности к проведению анализов на определение содержания в них химических элементов. Пробоподготовка проводилась в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология». После чего в пробах было определено содержание 29 элементов методами инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) и атомно-абсорбционного анализа (ААА) (метод пиролиза) на анализаторе РА-915+ с приставкой «ПИРО-915+» в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология». Также для проведения методического эксперимента часть свежесобранного материала сушили, а другую часть проб растительности отмывали от пыли [68], поэтому был произведен анализ 22 проб – отмытых и не отмытых (таблица 9).

Таблица 9 – Технический план (виды и объемы работ)

Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
	Ед. изм.	Кол-во		
1. Полевые работы:				
Исследование местности (проведение маршрута)	км	15	Исследование местности;	Ручка, блокнот
Эколого - геохимические работы биогеохимическим методом	проба	11	Отбор проб растительности	Ручка, блокнот, перчатки, садовые ножницы, крафт-пакеты.
2. Лабораторные работы:				
Работы (без использования ПЭВМ): Подготовка проб к анализам; Анализ проб.	проба	22	Выполняется подрядным способом.	Пакеты с замком Zip Lock; лабораторное оборудование.
3. Камеральные работы (с ПЭВМ):				
Обработка информации.	проба	22	Ручная работа, компьютерная обработка материала	ПЭВМ

Камеральные работы заключались в ручной обработке данных, полученных в результате анализа проб. Сюда входят работы по систематизации данных, расчету статистических параметров, геохимических показателей и их сравнительных характеристик, оформление итоговых данных в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, а также набор текста на компьютере.

Общая продолжительность, сроки проведения, описанных выше работ приведены в календарном плане в таблице 10.

Таблица 10 – Линейный календарный план проведения работ

Виды работ	Время проведения работ (год, месяц)											
	2017 год								2016 год			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Полевые работы									×			
Лабораторные работы	×									×	×	×
Камеральные работы	×	×	×	×	×	×	×	×				×

## 5.2 Расчет затрат и времени по видам работ

Затраты времени и труда рассчитываются на основании технического плана (таблица 9). При расчете затрат времени необходимо учитывать категорию трудности местности производства работ и поправочный коэффициент за ненормальные условия. Расчет затрат времени на реализацию данной научно-исследовательской работы определен с помощью «Инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы», ССН-93 выпуск 2 «Геоэкологические работы» и ССН выпуск 1 часть 3 «Геохимические работы». При расчете норм длительности принята 40-часовая рабочая неделя.

Расчет затрат времени производился по формуле (3) [75]:

$$N = Q * N_{\text{ВР}} * K, (3)$$

где N – затраты времени, Q – объем работ,  $N_{\text{ВР}}$  – норма времени из справочника сметных норм, K – коэффициент за не нормализованные условия.

Результаты расчетов затрат времени по видам работ представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Затраты времени по видам работ

Виды работ	Объем		Норма времени по ССН [65]	Коэф- ты	Табл. по ССН [65]	Итого времени на объем
	Ед. изм.	Кол- во				
1. Полевые работы:						
Исследование местности (проведение маршрута);	км	15	0,101	1	ССН, вып. 2, табл. 44	1,515;
Биогеохимическое исследование с отбором проб.	проб а	11	0,035	1	ССН, вып. 2, п. 81.	0,385
2. Работы (без использования ЭВМ)	проб	22	0,0334	1	ССН, вып. 2, табл.59	0,735
3. Камеральные работы (с ЭВМ)	проб	22	0,0533	1	ССН, вып. 2, табл. 61	1,173
Итого						3,808

В соответствии с объемом и сроками работ реализация данной научно-исследовательской работы на перекрестках г. Томска будет проводиться производственной группой, в состав которой входит 2 человека – геоэколог и рабочий 2 категории. Результаты расчетов затрат времени по сотрудникам представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет затрат труда (на каждый вид работ)

Виды работ	Т общ	Геоэколог	Рабочий
		Н, чел/смена	Н, чел/смена
1. Полевые работы:			
Исследование местности (проведение маршрута);	1) 3,03	1) 1,515;	1) 1,515;
Биогеохимическое исследование с отбором проб.	2) 0,77	2) 0,385	2) 0,385
2. Работы (без использования ЭВМ)	0,735	0,735	-
3. Камеральные работы (с ЭВМ)	1,173	1,173	-
Итого	5,708	3,808	1,9

### 5.3 Расчет сметной стоимости проектируемых работ

#### 5.3.1 Расчет затрат материалов

Расчет затрат материалов для камерального периода осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества (таблица 13).

Таблица 13 – Расход материалов на проведение научно-исследовательской работы

Наименование и характеристика изделия	Единица	Количество	Цена	Сумма
Блокнот малого размера	шт.	2	50	50
Карандаш простой	шт.	3	10	30
Резинка ученическая	шт.	1	10	10
Ручка шариковая	шт.	10	15	150
Ножницы садовые	шт.	1	350	350
Перчатки трикотажные	пара	1	20	20
Крафт-пакеты «Стерит»	шт.	22	38	836
Пакеты с замком Zip-lock	шт.	22	3,4	75
Итого				1521

Нормы расхода материалов определяются согласно СН, вып. 2 «Геоэкологические работы» [76].

### 5.3.2 Расчет оплаты труда

Оплата труда зависит от оклада и количества отработанного времени, при расчете учитываются премиальные начисления и районный коэффициент. Таким образом формируется фонд оплаты труда. С учетом дополнительной заработной платы формируется фонд заработной платы. Итоговая сумма, необходимая для оплаты труда всех работников, составляется при учете страховых взносов, затрат на материалы, амортизацию оборудования, командировок и резерва. Расчет оплаты труда представлен в таблице 14.

Количество отработанных смен определялось с учетом затрат времени каждого работника на тот или иной тип работ.

Таблица 14 – Расчет оплаты труда

Статьи основных расходов	Кол-во	Единица измерений	Затраты труда	Дневная ставка	Сумма основных расходов
Основная заработная плата					
1. Геоэколог	1	чел-см	3,808	1200	4569
2. Рабочий	1	чел-см	1,9	600	1140
Итого	2	чел-см	5,708		5709
Дополнительная зарплата (ДЗП)	7,9 %				451
Итого ФЗП					6160
Итого: с р.к=	1,3				8008
Страховые взносы	30%				2403
<b>Итого основных расходов</b>					10411

Расчет осуществляется в соответствии с формулой (4):

$$ЗП = \text{Окл} * Т * К, (4)$$

где ЗП - заработная плата, Т - отработано дней (дни, часы), Окл - оклад (руб.), К - коэффициент районный (для г. Томска – 1,3) .

Дополнительная заработная плата (ДЗП) равна 7,9% от основной заработной платы, за счет которой формируется фонд для оплаты отпуска. Она рассчитывается по формуле (5):

$$\text{ДЗП} = ЗП * 7,9 \%, (5)$$

где ДЗП - дополнительная заработная плата (%).

Фонд заработной платы рассчитывается по формуле (6):

$$\text{ФЗП} = \text{ЗП} + \text{ДЗП} \%, (6)$$

### 5.3.3 Расчет амортизационных отчислений

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Амортизационные затраты включают расходы на использование персонального компьютера (таблица 15).

Таблица 15 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол-во	Балансовая стоимость, руб.	Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации за год, руб.
Персональный компьютер	1	40000	10	4000
Итого				4000

Таким образом, сумма амортизационных отчислений за год составляет 4000 рублей.

### 5.3.4 Расчет затрат на подрядные работы

Лабораторно-аналитические исследования отобранных проб растительности будут производиться подрядным способом. Планируется произвести определение содержания 29 элементов в пробах растительности методами инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) и атомно-абсорбционного анализа (ААА).

Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет затрат на подрядные работы

Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость, руб.	Итого
1. Атомно-абсорбционная спектрометрия	22	800	17600
2. Инструментальный нейтронно-активационный анализ	22	2000	44000
Итого:			61600

### 5.3.5 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ

Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этой документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ. Общий расчет сметной стоимости работ отображен в таблице 17.

Таблица 17 – Общий расчет сметной стоимости работ

Статьи затрат	Объем		Полная сметная стоимость, руб.	
	Ед. изм	Кол-во		
I. Основные расходы				
Материальные затраты			1521	
Затраты на оплату труда			10411	
Амортизационные отчисления			4000	
Итого основные расходы			15932	
II. Накладные расходы	%	10	от ОП	1593,2
Итого основных и накладных расходов (ОП+НР):			17525,2	
III. Плановые накопления	%	15	от (ОП+НР)	2628,78
IV. Подрядные работы			61600	
V. Резерв	%	3	от ОП	477,96
Итого сметная стоимость			82231,94	
НДС	%	18	14801,75	
Итого с учетом НДС:			97033,69	

Накладные расходы составляют 10 % основных расходов. Плановые накопления – затраты, которые используются для создания нормативной прибыли для выплаты налогов и платежей от прибыли и для формирования чистой прибыли и создания фондов.

Существует утвержденный норматив «Плановых накоплений», который в данной работе составляет 15 %.

Резерв используется на непредвиденные работы и затраты и предназначен для возмещения расходов, необходимость в которых выявилась в процессе производства работ и не могла быть учтена при составлении проектно-сметной документации. Резерв составляет 3 % от основных затрат.

Таким образом, стоимость работ по изучению влияния выбросов автотранспорта на состояние атмосферного воздуха методом биогеохимической индикации составила 97033,69 рублей с учетом НДС.

## 6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Территорией исследований является г. Томск, на одиннадцати крупных пересечениях магистральных улиц которого был произведен отбор проб листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*).

Целями данной главы выпускной квалификационной работы является рассмотрение и анализ вредных и опасных факторов производственной деятельности, возникающие при работах на полевом, лабораторном и камеральном этапах. Также необходимо произвести описание правовых и организационных вопросов обеспечения безопасности на основании действующих нормативно-технических документов.

### 6.1 Производственная безопасность

Во время выполнения выпускной квалификационной работы на полевом этапе работы осуществлялось изучение местности для определения расположений объекта исследований и отбора проб, также производился сам отбор проб.

Лабораторные работы заключались в подготовке проб растительности к проведению анализов на определение содержания в них химических элементов. Пробоподготовка проводилась в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология». После чего в пробах было определено содержание 29 элементов методами инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) на базе исследовательского ядерного реактора «ИРТ-Т» НИ ТПУ и атомно-абсорбционного анализа (ААА) (метод пиролиза) на анализаторе РА-915+ с приставкой «ПИРО-915+» в лаборатории МИНОЦ «Урановая геология».

На камеральном этапе работ осуществлялась обработка результатов анализов проб, их систематизация; расчет статистических параметров; расчет геохимических показателей и их сравнительных характеристик; оформление итоговых данных в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, а также набор текста на персональном компьютере (ПЭВМ).



Таким образом, в данной главе рассмотрены вредные и опасные факторы для трех этапов работ, которые представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по изучению влияния выбросов автотранспорта на состояние атмосферного воздуха

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003–2015) [61]		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) Исследование местности 2) Отбор проб растительности	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2. Повышенный уровень шума; 3. Повышенная запыленность и загазованность воздуха; 4. Физические перегрузки.	1. Движущиеся машины.	СанПиН 2.2.4-548–96 [74]; МР 2.2.7.2129–06 [51]; ГОСТ 12.1.003–14 [60]; СанПиН 2.1.6.575-96 [71].
Лабораторные работы: 1) Подготовка проб к анализам Камеральные работы: 1) Обработка информации на ПЭВМ с жидкокристаллическим дисплеем	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 3. Электромагнитное излучение; 4. Нервно-психические перегрузки.	1. Поражение электрическим током 2. Пожароопасность	СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [58] СанПиН 2.2.4.548–96 [74]; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 [72]; ГОСТ 12.1.006–84 ССБТ [64]; ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ [66]; ГОСТ 12.1.004-91 [62].

На полевом этапе работ выделяются следующие вредные факторы: физические – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, повышенный уровень шума и вибрации, повышенная запыленность и загазованность воздуха; психофизиологические – физические перегрузки. Опасные факторы: движущиеся машины.

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе. Так как работы полевого этапа производились на открытом воздухе в начале октября, то необходимо руководствоваться гигиеническими требованиями к режиму

работ в холодный период года на открытой территории или в не отапливаемом помещении (МР 2.2.7.2129–06) [70].

Основными условиями, определяющими продолжительность работы в холодный период года на открытой территории, являются климатический пояс, категория выполняемых работ по величине энерготрат, температура воздуха и скорость ветра, использование средств индивидуальной защиты (СИЗ), наличие помещений для обогрева, а также наличие регламентированных перерывов на обогрев.

Охлаждение человека как общее, так и локальное способствует изменению его двигательной активности, нарушает координацию и способность выполнять точные операции.

Допустимая продолжительность однократного за рабочую смену пребывания на холоде (на открытой территории) во II климатическом регионе (III климатический пояс) в зависимости от категории выполняемых работ и температуры воздуха представлена в таблице 19 [70].

Таблица 19 – Допустимая продолжительность (ч) однократного за рабочую смену пребывания на открытой территории [70]

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с	Энерготраты, Вт/м <sup>2</sup> (категория работ)		
		88 (Iб)	113 (IIа)	145 (IIб)
–10	3,6	охлаждение через 1,7	охлаждение через 4,6	охлаждение поверхности тела отсутствует
–15		1,2	2,2	– " –
–20		0,9	1,5	охлаждение через 5,5
–25		0,8	1,1	2,4
–30		0,7	0,9	1,6
–35		0,6	0,7	1,1
–40		0,5	0,6	0,9

Примечание: Iб – работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением; IIа – работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения; IIб – работы, связанные с ходьбой,

перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (СанПиН 2.2.4.548–96) [74].

Таким образом, для поддержания комфортных условий работы и во избежание охлаждения организмов работающих необходимо выполнять требования к мерам защиты: обеспечение работающих комплектами с СИЗ с теплоизоляцией от холода, определение допустимой продолжительности смены пребывания на холоде, осуществление перерывов на обогрев и организация помещений, предназначенных под места обогрева.

Повышенный уровень шума. Источником шума на улицах г. Томска является шум от эксплуатации автомобилей. Шум может оказывать раздражающее влияние на работающих и повышать его утомляемость. Внезапные кратковременные шумы высокой интенсивности могут вызвать головокружение, звон в ушах, снижение слуха, а также и физические повреждения – разрыв барабанной перепонки с кровотечением, поражения среднего уха и улитки). Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

Шумовое воздействие нормируется в соответствии с ГОСТ 12.1.003–14 [60]. При выполнении работ на открытом воздухе уровень шума от машин не должен превышать 65-85дБ [66].

Для обеспечения безопасности при воздействии шума на работающих необходимо использование СИЗ, таких как противозумные шлемы, вкладыши, наушники, беруши [64].

Повышенная запыленность и загазованность воздуха. Источниками запыленности и загазованности атмосферного воздуха являются выбросы от автомобильного транспорта и промышленных предприятий, которые могут переноситься воздушными массами на значительные территории. Запыленность и загазованность воздуха может привести к раздражению органов дыхания, при длительных воздействиях к пневмокониозу, бронхиту; раздражение или воспаление (конъюнктивит) слизистой оболочки глаза;

болезням кожи (дерматит и экзема). Также воздействие загрязняющих веществ на организм человека зависит от химического состава загрязнителей, который может оказывать специфическое воздействие.

Нормирование загрязнения атмосферного воздуха населенных мест производится в соответствии с гигиеническими требованиями СанПиН 2.1.6.575-96. Основой регулирования качества атмосферного воздуха населенных мест являются гигиенические нормативы – ПДК атмосферных загрязнений химических и биологических веществ, соблюдение которых обеспечивает отсутствие прямого или косвенного влияния на здоровье человека. Не допускается превышения ПДК на селитебных и других территориях проживания людей [71].

Для обеспечения безопасности при продолжительной работе в запыленных и загазованных условиях необходимо применение СИЗ: респираторы, фильтрующие противогазы, марлевые повязки, защитные очки и специальная одежда из пыле-непроницаемой ткани.

Физические перегрузки. Физические перегрузки при выполнении полевых работ могут возникнуть при динамических нагрузках, связанных с массой поднимаемых и перемещаемых вручную отобранных проб и с повторением однотипных движений отбора. Физические перегрузки работающих могут привести к травматизму и заболеваниям опорно-двигательного аппарата (мышечной системы, связок и суставов).

Для снижения риска возникновения у работающих заболеваний, связанных с физическими перегрузками, необходимо проведение мероприятий по уменьшению величины нагрузки за счет малой механизации ручных операций, ликвидации всех «лишних» действий и движений, оптимизации режимов труда и отдыха.

Движущиеся машины. На полевом этапе работ движущийся автотранспорт может нести опасность для работников, осуществляющих работы на загруженных перекрестках. Невнимательность, усталость работников может привести к случайному попаданию на проезжую часть и к

получению как легких так и тяжелых травм при столкновении с автотранспортом.

На лабораторном и камеральном этапах работ выделяются следующие вредные факторы: физические – отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны, электромагнитное излучение; психофизиологические – нервно-психические перегрузки. Опасные факторы: поражение электрическим током; пожароопасность.

Отклонение показателей микроклимата в помещении. В соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 [74] микроклимат в помещении характеризуется следующими показателями: температура поверхностей, относительная влажность воздуха, интенсивность теплового облучения, скорость движения воздуха и его температура.

Неблагоприятный микроклимат может оказывать значительное влияние на функционирование организма человека. Слишком низкая температура воздуха увеличивает его теплоотдачу и наоборот; слишком низкая (менее 20%) влажность воздуха может привести к пересыханию слизистых оболочек, а слишком высокая влажность (более 80%) затрудняет процесс терморегуляции. Оптимальные нормы и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне помещений представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [74]

Периодгода	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

Примечание: Ia – работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим; Iб – работы, производимые сидя, стоя или

связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Мероприятия, направленные на обеспечение безопасности в помещениях, заключаются в ежедневной влажной уборке и систематическом проветривании (естественная вентиляция). Это способствует восстановлению химического состава воздуха, удалению пыли, выравниванию влажности. Поддержание оптимальной температуры производится с помощью отопления в холодное время года и, вентиляции и кондиционирования воздуха в теплое в соответствии с СП 60.13330.2012 [75].

Недостаточная освещенность рабочей зоны. Нормирование освещенности производится согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [73], в котором прописаны требования к качеству освещения: равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней; в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость; освещенность должна быть постоянной во времени; оптимальная направленность светового потока; освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному.

Работы двух этапов проводятся в лаборатории и аудитории с совмещенным освещением. Естественное освещение осуществляется через боковые окна. Искусственное освещение помещений обеспечивается 15 светильниками, встроенными в потолок и расположенными в 5 рядов.

Недостаточная освещенность рабочей зоны негативно сказывается на органах зрения, которые помимо этого испытывают воздействие от экрана монитора. Все это повышает утомляемость работника, снижает внимательность, ухудшает зрительные функции, уменьшает производительность труда и способствует развитию близорукости.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год, регулирование яркости окон с помощью штор, жалюзи [72].

Электромагнитное излучение. Источниками электромагнитных излучений на рабочем месте являются компьютеры и электрооборудование (электропроводка, сетевые фильтры и т.д.).

Электромагнитное поле воздействует на организм человека, приводя к ослаблению иммунитета, нарушению метаболизма, повышенной утомляемости, болям в области сердца, возникновению различных заболеваний, в том числе психологических (депрессия, нервозность) и т.д.

Допустимые нормы электромагнитного излучения при работе с оборудованием обозначены в ГОСТ 12.1.045–84 [64], СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [73] и представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Санитарные нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах [73]

Параметр	Частотный диапазон	Санитарная норма
Напряженность электрического поля (Е)	5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Индукция магнитного поля (В)	5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля (Е)	0 Гц	15 кВ/м
Фоновый уровень напряженности электрического поля промышленной частоты (Е)	50 Гц	500 В/м
Фоновый уровень индукции магнитного поля промышленной частоты (В)	50 Гц	5 мкТл

Основными средствами защиты от электромагнитного излучения являются использование качественной техники, соответствующей стандартам качества, экранных фильтров, ослабляющих электростатическое и электромагнитное поле, а также заземление техники [73].

Нервно-психические перегрузки. Нервно-психические перегрузки подразделяются на умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотония, эмоциональные перегрузки, вызванные информационной нагрузкой и монотонностью выполняемых операций.

Они приводят к временному снижению эффективности труда, состоянию утомления и раздражительности, что может привести к депрессии, длительная продолжительность которой, вызывает поражение сердечно - сосудистой, иммунной и пищеварительной систем.

Для снижения риска возникновения у работающих заболеваний, связанных с нервно-психические перегрузки перегрузками, необходимо проведение мероприятий по нормированию длительности сосредоточенной работы, по оптимизации режимов труда и отдыха.

Поражение электрическим током. ПЭВМ являются источником электрического тока и могут представлять большую потенциальную опасность для работника, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ возможно взаимодействие с частями ПЭВМ, находящимися под напряжением.

Проходя через организм человека, электрический ток производит: термическое действие, проявляющееся в ожогах тела, нагреве и повреждении кровеносных сосудов, нервов, мозга, что вызывает их серьезные функциональные расстройства; электролитическое, проявляющееся в разложении крови и других жидкостей в организме, вызывая значительные нарушения их физико-химических составов; биологическое действие, приводящее к нарушению биоэлектрических процессов.

Общие требования и номенклатура видов защиты представлены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ [65]. Для ликвидации травматизма относятся необходим систематический контроль состояния электропроводов и кабелей; разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации вычислительной техники и контроль их соблюдения; соблюдения правил противопожарной безопасности [65].

Пожароопасность. Источниками возникновения пожара в помещениях может быть неисправность проводки, сбой компьютерной техники, халатность сотрудника при выполнении работ. Рабочее помещение должно



соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83 [77].

При возникновении пожара человек подвергается действию высоких температур и влиянию задымленности.

Для снижения риска возникновения пожара необходимо производить отключение электроэнергии после завершения работы, запрещать курение в помещении. Также помещение должно быть оборудовано планом эвакуации и средствами пожаротушения. В случае возникновения пожара производится эвакуация сотрудника согласно плану и вызов пожарной службы.

## **6.2 Охрана окружающей среды**

Во время проведения полевых работ может происходить незначительное воздействие на состояние дерева. Повреждения растительности могут быть связаны с отбором проб несоответствующим методическим рекомендациям, который может проявляться в повреждении веток, коры дерева.

Во время проведения лабораторных и камеральных работ может происходить образование отходов V класса опасности (бумага, обрезки бумаги и мусор от уборки помещений). Степень вредного воздействия на ОС отходов V класса опасности - очень низкая, эти материалы, как правило, не несут никакой опасности или угрозы жизни человека, на данный вид отходов паспорт не выдается.

Утилизация таких отходов: с объекта исследований при помощи обслуживающего персонала, а далее городских служб попадают на общегородские свалки, откуда в дальнейшем могут поступить на переработку.

## **6.3 Защита в чрезвычайных ситуациях**

При проведении полевых работ на перекрестках г. Томска необходимо соблюдать правила дорожной безопасности во избежание транспортных аварий.

При проведении лабораторных и камеральных работ необходимо соблюдать правила противопожарной безопасности во избежание пожара, который может привести к ЧС.

Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся:

- конструктивные и объёмно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению;
- ограничения пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- наличие средств пожаротушения;
- сигнализация и оповещение о пожаре.

В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

- «план эвакуации людей при пожаре»;
- ответственный за пожарную безопасность;
- системы вентиляции ЭВМ;
- огнетушители (ОУ-8 в количестве 2 шт.);
- система автоматической противопожарной сигнализации.

Действия в случае возникновения ЧС. При обнаружении пожара работнику необходимо немедленно прекратить работу и вызвать пожарную охрану по телефону «01», сообщив при этом адрес, место возникновения пожара и свою фамилию; принять по возможности меры по эвакуации людей и материальных ценностей; отключить от сети закрепленное за ним электрооборудование; приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения; сообщить непосредственному или

вышестоящему начальнику и оповестить окружающих сотрудников; при общем сигнале опасности покинуть здание.

#### **6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

В соответствии с Конституцией РФ, каждый гражданин имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на вознаграждение за труд без дискриминации и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда, а также право на защиту от безработицы.

Федеральный закон РФ от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» в главе 1, статье 5 утверждает права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда. В соответствии со статьей 26 работник вправе присутствовать при проведении специальной оценки условий труда на его рабочем месте и обязан ознакомиться с результатами проведенной этой оценки [78].

При выполнении отбора проб и проведении лабораторных работ необходимо руководствоваться типовыми инструкциями по охране труда для лаборанта, например ТИ-049-2002 [77] и методическим рекомендациям по проведению полевых и лабораторных работ [68].

Лаборант перед выполнением работ должен быть обеспечен СИЗ в соответствии с действующими отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и др. Отбор проб разрешается производить только в установленных точках технологической схемы. Место отбора проб должно быть легкодоступным, удобным и безопасным, иметь местное освещение, сплошное ограждение всех движущихся и вращающихся частей оборудования. Производить отбор со случайных необорудованных точек запрещается.

При камеральной обработке информации с помощью ПЭВМ необходимо соблюдение правильного режима работы и отдыха во избежание усталости и утомления.

Трудовая деятельность на ПЭВМ регулируется СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и делится на 3 группы в зависимости от характера выполняемой работы: группа А – считывание информации с экрана по запросу; группа Б – ввод информации; группа В – творческая работа. На камеральном этапе выполняются работы смешанного типа, поэтому пользователя относят к той группе, на деятельность которой он тратит не менее 50 % рабочего времени. По степени тяжести и напряженности работы на ПК выделяют следующие группы: группы А и Б – суммарное число считываемой и водимой информации соответственно; группа В – суммарное время непосредственного диалога с компьютером [73].

В соответствии с категориями тяжести работ и в зависимости от нагрузки для каждой группы и времени работы регламентируются суммарное время перерывов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Город Томск характеризуется повышенным загрязнением атмосферного воздуха, на состояние которого оказывают влияние природно-климатические и техногенные факторы.

Влияние природно-климатических факторов заключается в преобладании в период проведения исследований ветров северных, северо-восточных направлений, что может способствовать увеличению влияния на состояние атмосферного воздуха предприятий (ООО «Томскнефтехим», АО «СХК»), находящихся на севере за территорией города.

Техногенную нагрузку на атмосферу преимущественно оказывают предприятия теплоэнергетики, нефтехимической, химической, машиностроительной отраслей и автотранспорт.

По результатам мониторинга атмосферного воздуха на перекрестках г. Томска наблюдаются превышения ПДК оксида углерода, диоксида азота, взвешенных веществ и водорода хлористого.

Основные результаты выпускной квалификационной работы:

По показателю зольности не отмытых и отмытых листьев выявлены перекрестки, которые обладают наибольшей степенью запыленности. Такими перекрестками являются проспект Мира – улицы Интернационалистов (N-6), проспект Ленина – улицы Дальне-Ключевская (N-8).

По данным ААС на пересечении улицы Источная и Московского тракта (N-9) выявлено превышение среднего содержания Hg в сравнении с опубликованными данными относительно урбанизированных территорий в 2 раза, которое может быть связано с её природными источниками.

По данным ААС и ИНАА средние концентрации большинства элементов в не отмытых листьях превышают концентрации в отмытых, обратная ситуация отмечается для таких биогенных элементов как Ca, Sr и Zn и объясняется их большой ролью в биохимических процессах растительности.

Согласно геохимическим рядам приоритетным элементом в листьях тополя для большинства перекрестков г. Томска является Sb, для некоторых перекрестков характерно наличие РЗЭ, Br, As и Na.

Расчетная стоимость работ по изучению влияния выбросов автотранспорта на состояние атмосферного воздуха методом биогеохимической индикации составила 97033,69 рублей с учетом НДС.

Вредные факторы, возникающие при выполнении исследований, заключаются в отклонении показателей микроклимата на открытом воздухе и в помещении, повышенном уровне шума, повышенной запыленности и загазованности воздуха, физических перегрузках, недостаточной освещенности рабочей зоны, электромагнитном излучении и нервно-психических перегрузках. Опасными факторами являются движущиеся машины, поражение электрическим током и пожароопасность. Воздействие на окружающую среду заключается в образовании отходов V класса опасности. Возможными ЧС являются транспортные аварии и возникновение пожара.

Проведенные исследования позволили выявить влияние автотранспорта на состояние атмосферного воздуха и растительности. Таким образом, Листья тополя бальзамического могут служить эффективным индикатором для изучения влияния автотранспорта на состояние атмосферного воздуха.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Аксёнова Ю.Э. Анализ системы обращения с отходами на территории муниципальных образований (на примере Колпашевского района Томской области) / Аксёнова Ю.Э.; науч. рук. Н.А. Осипова // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 75 – 76.

2. Аксёнова Ю.Э. Разработка структуры базы данных для оценки экологических рисков в Арктической зоне / Аксёнова Ю.Э.; науч. рук. Н.А. Осипова, Е.П. Янкович // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы IX Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – С. 374 – 376.

3. Аксёнова Ю.Э. Разработка генеральной схемы санитарной очистки муниципального образования «Колпашевский район» / Аксёнова Ю.Э.; науч. рук. Н.А. Осипова // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016 – Т. 1 – С. 58 – 60.

4. Аксёнова Ю.Э. Оценка влияния автотранспорта на состояние атмосферного воздуха методом биогеохимической индикации / Аксёнова Ю.Э.; науч. рук. Н.А. Осипова, Д.В. Юсупов // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2017 – Т. 1 – С. 684 – 686.

5. Аксёнова Ю.Э. Геохимические особенности листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) на транспортных перекрестках г.

Томска / Аксёнова Ю.Э.; науч. рук. Н.А. Осипова, Д.В. Юсупов // VII научно-практическая конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых «Природопользование и охрана природы» – [приняты к публикации].

6. Аксёнова Ю.Э. Оценка класса опасности листового опада тополя на урбанизированных территориях / Аксёнова Ю.Э.; науч. рук. Н.А. Осипова, Д.В. Юсупов // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых – [приняты к публикации].



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Список литературы

1. Агеева, Е. А. Оценка пылеудерживающей способности листьев деревьев и кустарников в насаждениях г. Тюмени / Е. А. Агеева, М. Н. Казанцева // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск: БГИТА, 2012. – Вып. 31. – С. 88 – 91.
2. Алексеенко В.А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка. – М.: Универ. Книга Логос, 2006. – 520 с.
3. Беус А.А. Геохимические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых / А.А. Беус, С.В. Григорян. – М.: Недра, 1975. – 280 с.
4. Брагина О.М. Особенности химического состава фитомассы некоторых дикорастущих и культивируемых древесных растений: к оценке зольного компонента / О.М.Брагина, Н.В.Власова, А.П. Кравцева // Известия Самарского научного центра РАН, 2014. – №1 (3). – С. 724 – 727.
5. Власов Д.В. Геохимия дорожной пыли (восточный округ Москвы) / Д.В. Власов, Н.С. Касимов, Н.Е. Кошелева // Вестник Московского университета, серия 5: География, 2015. – № 1. – С. 23 – 33.
6. Врублевский В.А. Геологическое строение области сопряжения Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1987. – 96 с.
7. Герасько Л.И. Особенности почвообразования в таежной зоне Томского приобья / Л.И. Герасько, Н.Н. Пологова // Вопросы почвоведения Сибири. – Томск, 1975. – С. 3 – 23.
8. Гоголь Э.В. Воздействие передвижных источников на качество атмосферного воздуха городов / Э.В. Гоголь, О.С. Егорова, Р.Р. Шипилова, Ю.А. Тунакова // Вестник Казанского технологического университета, 2013. – Т. 16. – № 19. – С. 71– 74.
9. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году» / гл. ред. Н.Г. Рыбальский;

Министерство природных ресурсов России; НИА-Природа – М., 2017. – С. 9 – 24.

10. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2015 году» / гл. ред. С.Я. Трапезников; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Дельтаплан, 2016. – 156 с.

11. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2016 году» / гл. ред. Ю. В. Лунева; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Ижевск: ООО «Принт-2», 2017 – 160 с.

12. Гудымович С.С. Геологическое строение окрестностей г. Томска (территории прохождения геологической практики): учебное пособие / С.С. Гудымович, И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – С. 4 – 25.

13. Ежегодник загрязнения почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2016 году. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун». – 2017. – 99 с.

14. Евсеева Н.С. География Томской области: Природные условия и ресурсы. – Томск: Изд-во. Томского ун-та, 2001. – 223 с.

15. Жорняк Л. В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: спец. 25.00.36 / Л. В. Жорняк; Томский политехнический университет (ТПУ); науч. рук. Е. Г. Язиков. – Томск, 2009. – 22 с.

16. Зырин Н.Г. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / Н.Г. Зырин, С.Г. Малахов. – Москва: Московское отделение гидрометеоздата, 1981. –110 с.

17. Ивашов П.В. Методы биогеохимической и биологической индикации природной минерализации и техногенной концентрации олова //

Биогеохимическая индикация природных и техногенных концентраций химических элементов в окружающей среде. – Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 1992. – С. 16 – 56.

18. Ишимова А.Е. Зольность листьев, хвои и коры древесных растений как индикаторный признак загрязнения воздушного бассейна г. Семей // Труды XVI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 110-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири, 2012. – С. 547 – 549.

19. Каракаева, Л. С. О содержании аскорбиновой кислоты и тяжёлых металлов в видах рода *Populus L.* различных зон Оренбуржья / Л. С. Каракаева, Ю. А. Докучаева, А. А. Машкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2013. – № 3 (41). – С. 226 – 229.

20. Касимов, Н. С. Эколого-геохимическая оценка состояния древесной растительности в г. Улан-Батор (Монголия) / Н. С. Касимов, Н. Е. Кошелева, О. И. Сорокина и др. // Аридные экосистемы, 2011. – Т. 17. – № 4 (49). – С. 14 – 31.

21. Колесник, В.В. Инструментальный нейтронно-активационный анализ биоматериалов и аэрозольных частиц / В.В. Колесник, Н.П. Росляков, А.М. Самонов и др. // Ядерно-физические методы анализа в контроле окружающей среды: Труды 3 Всесоюзного совещания. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1987. – С. 68 – 73.

22. Кузнецов В.В. Физиология растений: учебник для академического бакалавриата / В.В. Кузнецова, Г.А. Дмитриева. – 4-е издание. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – Т. 2. – 459 с.

23. Леванчук А.В. Загрязнение окружающей среды продуктами эксплуатационного износа автомобильных дорог // Науковедение: интернет-журнал, 2014. – № 1 (20). – С. 1 – 8.

24. Ляпина Е.Е. Экогеохимия ртути в природных средах Томского региона: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата

геолого-минералогических наук: спец. 25.00.36 / Е.В. Ляпина; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск, 2012. – 21 с.

25. Медведев С.С. Физиология растений: учебник. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 512 с.

26. Олонов Н.А. Растения Томской области. Деревья, кустарники, кустарнички / Н.А. Олонов, М.В. Олонова; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области; ОГУ «Облкомприрода», Кафедра экологии менеджмента БИН ТГУ. – 2-е издание. – Томск: Печатная мануфактура, 2012. – 63 с.

27. Охрана окружающей среды в России, 2012 // Статистический сборник / гл. ред. К.Э. Лайкам; Федеральная служба государственной статистики. – М., 2012. – С. 35 – 47.

28. Охрана окружающей среды в России, 2016 // Статистический сборник / гл. ред. К.Э. Лайкам; Федеральная служба государственной статистики. – М., 2016. – С. 31 – 42.

29. Пильников З.Н. Климат г. Томска – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 175 с.

30. Пупышев А.А. Практический курс атомно-абсорбционного анализа: курс лекций. – 2-е издание. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2009. – 442 с.

31. Сает Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

32. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде / Рихванов Л.П., Арбузов С.И., Барановская Н.В. // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 311. – № 1. – С. 128 – 136.

33. Рихванов Л.П. Геохимия почв и здоровье детей Томска / С.Б. Нарзулаев, Е.Г. Язиков // Том. политехн. ун-т; Сиб. гос. мед. ун-т. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1993. – С. 131 – 141.

34. Рихванов Л.П. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем /,

Д.В. Юсупов, Н.В. Барановская, А.Р. Ялалтдинова // Экология и промышленность России, 2015. – № 6. – С. 58 – 63.

35. Савичев О.Г. Реки Томской области. Состояние, охрана и использование. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 201 с.

36. Степанова Н.В. Оценка химической безопасности и уровня риска для здоровья населения от загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах автотранспорта г. Казани // Вестник НЦ БЖД, 2011. – № 1 (7). – С. 101 – 104.

37. Судыко А.Ф. Определение урана, тория, скандия и некоторых редкоземельных элементов в двадцати четырех стандартных образцах сравнения инструментальным нейтронно-активационным методом // Материалы V Международной конференции: Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека, 2016. – С.620 – 624.

38. Таловская А.В. Оценка загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных районов Томской области по данным изучения снегового покрова / А.В. Таловская, Е.Г. Язиков, Е.А. Филимоненко // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2014. – № 5. – С. 408 – 417.

39. Филимоненко Е. А. Эколого-геохимическая обстановка в районах расположения объектов теплоэнергетики по данным изучения нерастворимой и растворимой фаз снега (на примере Томской области): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: спец. 25.00.36 / Е. А. Филимоненко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); науч. рук. Е. Г. Язиков. – Томск, 2015. – 21 с.

40. Юсупов Д. В. Ртуть в листьях тополя на территории Калининской промышленной зоны г. Новосибирска / Е.Е. Ляпина, Е.М. Турсуналиева, Н.А. Осипова // Научно-практическая конференция с международным участием «Экологические проблемы региона и пути их решения», Сибирский экологический форум «Эко- ВООМ». – Омск: ЛИТЕРА, 2016. – стр. 403–407.

41. Юсупов Д.В. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий / Д.В. Юсупов, Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская, А.Р. Ялалтдинова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 25 – 36.

42. Языков Е.Г. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв / Е.Г. Языков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк: монография. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 264 с.

43. Языков Е.Г. Геоэкологический мониторинг: Учебное пособие для вузов / Е.Г. Языков, А.Ю. Шатилов. – Томск: Изд-во 2003, – 336 с.

44. Ялалтдинова А.Р. Элементный состав растительности как индикатор техногенного воздействия на территории г. Усть-Каменогорска: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: спец. 25.00.36 / А.Р. Ялалтдинова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Технологический университет Труа; науч. рук. Н. В. Барановская; науч. конс. Дж. Б. Ким. Томск, Труа, 2015. –21 с.

45. Alagic S. C. Bioaccumulation of arsenic and cadmium in birch and lime from the Bor region / S.C. Alagic, S.S. Serbula, S.B. Totic, A.N. Pavlovic, J.V. Petrovic // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. – 2013. – № 65(4). – Pp. 671– 682.

46. Assad M. Tatin-Froux. Mercury uptake into poplar leaves / M. Assad, J. Parelle, D. Cazaux, F. Gimbert, M. Chalot // Chemosphere, 2016. – №.146. – Pp. 1–7.

47. Alves C. A. Chemical profiling of PM10 from urban road dust / CA Alves, M Evtyugina, AMP Vicente, ED Vicente, TV Nunes, PMA Silva, MAC Duarte, CA Pio, F Amato, X.Querol // Science Of The Total Environment, 2018. – №. 634. – Pp. 41– 51.

48. Baycu, G. Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn, and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul / G. Baycu, D.

Tolunay, H. Özden, S. Günebakan // Environmental Pollution, 2006. – № 143. – Pp. 545 – 554.

49. Djingova R. Heavy metal distribution in Bulgaria using *Populus nigra* Italica as biomonitor, 1995. – Pp. 151–158.

50. Egler S.G. Evaluation of mercury pollution in cultivated and wild plants from two small communities of the Tapajo' s gold mining reserve, Para' State, Brazil / S.G. Egler, S. Rodrigues-Filho, R.C. Villas-Boas, C. Beinhoff // Science of the Total Environment, 2016. – V. 368. – P. 424 – 433.

51. Fleck, J.A. Mercury uptake by trees: an observational experiment / J.A. Fleck, D.F. Grigal, E.A. Nater // Water. Air. Soil Pollut. – 1999. – Pp. 513-523.

52. Iijima A. size and composition distribution analysis of automotive brake abrasion dusts for the evaluation of antimony sources of airborne particulate matter / A. Iijima, K. Sato, K. Yano // Atmos. Environ, 2007. – V. 41. – Pp. 4908 – 4919;

53. Pant, P. Estimation of the contribution of road traffic emissions to particulate matter concentrations from field measurements: a review / P. Pant, R.M. Harrison // Atmos. Environ, 2013. – V. 77. – Pp. 78–97

54. Quiroz W. Antimony speciation in road dust and urban particulate matter in Valparaiso, Chile / W. Quiroz, M. Cortes, F. Astudillo // analytical and environmental considerations, Microchem. J., 2013, – V. 110. – Pp. 266 –272.

55. Raxis, M. Trends of vehicle emission levels until 2020 - prognosis based on current vehicle measurements and future emission legislation / M. Raxis, S. Hausberger // Atmos. Environ, 2009. – V. 43. – Pp. 4689 – 4698.

56. Sawidis, T. Study of metal distribution from lignite fuels using trees as biological monitors / T. Sawidis, M.K. Chettri, A. Papaioannou et al. // Ecotoxicology and Environmental Safety, 2001. – № 48. – Pp. 27– 35.

57. Serbula, S.M. Assessment of airborne heavy metal pollution using plant parts and topsoil / S.M. Serbula, D.D. Miljkovic, R.M. Kovacevic, A.A. Ilic // Ecotoxicology and Environmental Safety, 2012. – № 76. – Pp. 209 – 214.

58. Wyttenbach A. Effect on surface contamination on results of plant analysis / A. Wyttenbach, L. Tobler // Commun Soil Sci Plant Anal, 1998. – Pp.809 – 823.

59. Zhornyak L.V. Geochemical peculiarities of soils in Tomsk areas of industrial enterprises locations / L.V. Zhornyak, N.A. Osipova, E.G. Yazikov, K.E. Demidova // Proc. SPIE 10035, 22nd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, , 100354H. – November 29, 2016.

#### Нормативно-методические документы

60. ГОСТ 12.1.003-14. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования к безопасности. – М.: Стандартиформ, 2015.

61. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартиформ, 2016.

62. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартиформ, 2006.

63. ГОСТ 12.1.006-84. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.

64. ГОСТ 12.4.011-89. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

65. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2010.

66. ГОСТ 30691-2001 Шум машин. Заявление и контроль значений шумовых характеристик. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.

67. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. – М.: Стандартиформ, 2009.



68. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеоздат, 1981. – 108 с.

69. Методика М-04-46-2007. Прямое определение содержания ртути в пищевых продуктах, продовольственном сыре, кормах, комбикормах и сырье для их производства. – Санкт-Петербург.: ЛЮМЕКС, 2007. – 2 с.

70. МР 2.2.7.2129-06. Методические рекомендации «Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в не отапливаемых помещениях». – Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. – № 4, 2006.

71. СанПиН 2.1.6.1032-01. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест». – М.: Минздрав России, 2001.

72. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». – М.: Минздрав России, 2003.

73. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Минздрав России, 2004.

74. СанПиН 2.2.4.548-96. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». – М.: Минздрав России, 1997.

75. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Минрегион России, 2012.

76. ССН-92 Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. Выпуск 2. Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1992. – С. 246.

77. ТИ-049-2002. «Типовая инструкция по охране труда для лаборанта по физико-механическим испытаниям», 2002.

78. Федеральный закон от 28.12.2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», 2013.

#### Интернет ресурсы

79. Архив погоды в Томске // Расписание погоды [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rp5.ru> (дата обращения: 15.04.2018).

80. Демографическая ситуация, структура и занятость населения города // Официальный портал МО «Город Томск» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.admin.tomsk.ru/pgs/2dh> (дата обращения: 24.03.2017).

81. Мониторинг качества окружающей среды // Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды г. Томска <http://green.tsu.ru/monitoring/?p=133> (дата обращения: 12.09.2016).

82. Погода в Томске по месяцам // Погода для туристов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pogoda.turtella.ru/Russia/Tomsk/monthly/> (дата обращения: 19.02.2018).

83. Подробная карта Томской области // Maps-RF.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://maps-rf.ru/tomskaja-oblast/> (дата обращения: 26.04.2018).

84. Томская область // Официальный интернет-портал Администрации Томской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tomsk.gov.ru/adm> (дата обращения: 29.02.2018).